# COLLECTION DE MÉMOIRES

SUR

# UNE FONCTION PEU CONNUE
# DU PANCRÉAS

# COLLECTION DE MÉMOIRES

## SUR UNE FONCTION PEU CONNUE

# DU PANCRÉAS

## LA DIGESTION DES ALIMENTS AZOTÉS

PAR

**Lucien CORVISART**

Médecin Ordinaire de l'Empereur,
Officier de la Légion d'honneur,
Membre des Sociétés anatomique, médicale d'observation, d'anthropologie, etc.,
Ancien interne des hôpitaux de Paris,
Lauréat de la Faculté de médecine (médaille d'or),
Lauréat de l'Institut, etc.,

---

PARIS
VICTOR MASSON ET FILS
PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE
1857-1863


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

# AVANT-PROPOS

Ce petit livre ne vise pas à fixer l'état de la science sur la physiologie entière du Pancréas.

Son seul mérite, s'il en a, est de démontrer par une suite de publications, un usage très-important et très-intéressant de cette glande, à la découverte duquel j'ai concouru, et qui n'a été admis dans la science qu'après les preuves nombreuses que mes recherches ont fourni de son existence.

Cette fonction qui appartient bien en propre à cet organe, le rapproche d'une manière singulière de l'estomac ; et la digestion des aliments azotés me paraît même (je sais qu'on va m'accuser d'exagération) *la fonction plus importante du pancréas* (1). L'avenir jugera.

(1) L'action exercée par le pancréas est comparativement secondaire sur les deux autres classes d'aliments, en effet :

A. On ne peut imaginer rien de plus simple que la digestion des GRAISSES, c'est une division en gouttelettes très-fines ; quand à la prétendue acidification, on peut lire les expériences de Berthelot (*Chim. org.*) pour voir que l'acide butyrique est séparé en quantité presque infinitésimale.

Autour du fait principal qui constitue l'objet de notre ouvrage, on trouvera quelques autres faits relativement à lui, secondaires, mais fort utiles à connaître :

Ainsi de *la digestion intra-veineuse du sang lui-même* laquelle amène peut-être la rénovation incessante de celui-ci par un moyen peu attendu et singulier ;

Ainsi du fait de telle ou telle substance alimentaire azotée, *digérée en quantité variable* suivant que l'estomac *ou* le pancréas a le mieux conservé ses propriétés digestives ;

Ainsi encore de l'influence de la digestion de l'estomac, c'est-à-dire, de la formation normale des peptones gastriques par celui-ci, *sur la production du ferment pancréatique*, ferment dont l'abondance et la force sont si importantes pour l'économie, etc.

Un point secondaire mais aussi très-intéressant est celui de *l'insuffisance pylorique*, comme cause probable de dyspepsie soit gastrique, soit intestinale.

Cette grande fonction, — les diverses lois — qui, croyons-nous, la régissent, méritent donc de fixer les préoccupations des praticiens, car, on ne saurait le méconnaitre : Sans la connaissance préalable et rigoureuse des Fonctions, — dans tous leurs détails, — dans toutes leurs lois, — dans leur hiérarchie : — la Médecine,

B. 2° A peine pourrait-on nombrer d'un autre côté, tant elles sont multipliées, les substances propres à l'économie ou étrangères à elle, qui jouissent du pouvoir de réaliser les transformations digestives des Féculents, c'est-à dire de transformer abondamment et vite les aliments amylacés en sucres comme l'économie.

C. — Il en est tout autrement de la digestion des Aliments Azotés.

près des malades, même avec l'expérience clinique la plus consommée, — reste encore : une Aventure.

Donc si, dans la hiérarchie des fonctions du Pancréas, celle que je soutiens est la plus considérable, si les points secondaires sont bien observés, j'ai lieu de croire que ces travaux ne seront point inutiles à notre art.

La fonction digestive du Pancréas sur les Aliments Azotés, avait été entrevue par Purkinje et Pappenheim (1836) puis condamnée par tous les physiologistes, enfin restreinte et confondue par M. Cl. Bernard, par suite de deux méprises expérimentales (1), avec la putréfaction.

Aussi, quand je fis connaître le premier de ces mémoires, je dus partout rencontrer des incrédules ou des adversaires.

Quelques contradictions un peu précipitées (2) de MM. Halwachs, Screbiski, Brinton et Pavy eurent lieu en effet.

Mais il fallait se rendre à l'évidence, et bientôt j'eus la satisfaction de voir les physiologistes les plus émi-

(1) Voyez pour l'historique, p. 118, des présents Mémoires.

(2) Objections de MM. Keferstein et Halwachs, *Nachrichten*, Gottingen, 14 août, 1858. — Ma réponse, p. 127 des présents mémoires.

*Expériences et remarques sur l'action du suc pancréatique*, par M. Brinton (The Dublin *Quart. journ. of med. Science*, août 1859, et *Journal de Brown Sequard*, t. II, p. 672. — Ma réponse, p. 139.

Screbiski, *Sur le pancréas;* thèse. Dorpat, 1859. — Ma réponse, p. 154 et toutes les précédentes, *passim.*

Pavy. *The Lancet*, t. XXIII, p. 614.

nents, parmi lesquels le professeur Meissner, ainsi que Wittish et Bach, Danilewski, Stokwis, en Allemagne (1); Harley pour une partie, en Angleterre (2); le professeur Schiff en Suisse (3), etc., confirmer pleinement, par des expériences répétées, les données nouvelles et fondamentales que j'avais fait connaître.

Cinq ans de recherches poursuivies de ma part se sont ajoutées aux anciennes, l'exploration chez l'homme les ont confirmées, de telle sorte qu'aujourd'hui une vérité nouvelle paraît être acquise à la science.

La démonstration de cette importante fonction, assujettie maintenant à des règles fixes, est si facile (4), qu'elle est annuellement donnée dans notre Faculté par notre maître et ami, le professeur Longet, à son nombreux auditoire, et d'une manière si absolue, que je puis me dispenser désormais de répondre aux contradictions,.

(1) Meissner, *Verhandlungen der natur. Gesell. Zeitschrift für ration. Med.*, de Henle et Pfeuffer, VII^e vol. 1859.

Wittish et Bach, *Königsberg med. Jahrbb*, 1862, III, p. 207-210.

Danilewski, *Wirchow's Archiv.*, 1862, XXV, p. 279-307.

Stokvis, *Nederland. Tijdschrift*, 1862, VI, p. 308.

(2) G. Harley, *Contrib. to our Knowledge of Digestion, the British and foreing med. Journ.*, 1860.

(3) Schiff. *Smidt's Jahrbücher*, vol. CV, n° 2.

N. Unters. ub. d. Einfl. d. n. vagus. Schweitz. Monatschr. 1860.

Rapport sur les expériences faites dans le labor. Archiv. f. Heilkunde. 1861.

Function d. Milz. 1862

(4) Cher confrère,

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Je vous résumerai d'autant plus volontiers l'opinion que j'ai développée dans mes leçons à la Faculté de médecine, *après avoir reproduit vos rincipales expériences*, que les faits que j'ai vus et sur lesquels elle

que l'inexpérience pourrait faire naître sur le fond même du sujet.

Aussi les Praticiens, à leur tour, prêteront, je l'espère, quelque attention à ce travail.

Il y a quatre-vingts ans, le Suc Gastrique et sa fonction étaient inconnus.

Or, aujourd'hui, que sait-on *de précis* sur les Dyspepsies des Secondes Voies, leur traitement rationnel, leurs causes, leur mécanisme?

---

s'appuie, *concordent entièrement* avec ceux que vous avez si bien observés vous-même.

A mes yeux tous ces faits démontrent :

— Que dans les conditions où vos expériences et les miennes ont été faites, on doit éloigner *toute idée* de putréfaction pour expliquer les phénomènes qu'on a observés.

— Que le fluide pancréatique (qu'on l'ait recueilli à l'aide du procédé de la fistule ou préparé à l'aide de l'infusion aqueuse d'un pancréas frais) digère les aliments azotés « avec une promptitude remarquable. »

— Que l'action de ce liquide « lui est propre », c'est-à-dire, qu'il n'est pas besoin pour qu'elle s'exerce, du concours d'aucun autre fluide digestif.

— Que la puissance dissolvante et transformatrice du suc pancréatique à l'égard des aliments azotés, rappelle celle du suc gastrique lui-même.

En mettant en pleine lumière les précédentes vérités, jusqu'alors obscurcies par tant de vague et de contradictions, vous avez, à mon avis, réalisé un important progrès dans l'étude de la digestion. . . . . . . . . . .

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Veuillez agréer, etc.

LONGET,
membre de l'Institut.

PREMIER MÉMOIRE.

---

SUR

UNE FONCTION PEU CONNUE

# DU PANCRÉAS

LA DIGESTION DES ALIMENTS AZOTÉS.

---

1857-1858

# RÉSUMÉ GÉNÉRAL

DU

## PREMIER MÉMOIRE (1)

---

On est très-peu instruit sur la manière dont les aliments animalisés ou azotés sont digérés dans l'*intestin ;* depuis la découverte (1836) de Purkinje et Pappenheim, relative à l'action dissolvante que le pancréas peut exercer sur eux, découverte d'ailleurs méconnue, la science précise n'a rien acquis de nouveau.

Les recherches physiologiques expérimentales que nous rapportons sur la *seconde digestion* (digestion intestinale) nous ont amené aux conséquences qui suivent et qui nous paraissent importantes. Celles-ci sont de deux sortes :

1° Les unes, physiologiques, directes, sont l'expression des faits expérimentaux.

2° Les autres, pathologiques, indirectes, sont des inductions ou corollaires qui éclairent, suivant nous, plus d'un point de Médecine Clinique et appellent tout l'esprit investigateur des praticiens.

(1) Voyez le résumé des mémoires suivants, p. 125.

## I. — PROPOSITIONS PHYSIOLOGIQUES.

### Digestion dans le canal alimentaire.

1. Les aliments azotés sont dissous, digérés, transformés par l'estomac ; ils le sont aussi par le pancréas.

2. La digestion, soit gastrique, soit pancréatique efface d'abord dans les diverses substances albuminoïdes leurs propriétés les plus caractéristiques ; elle liquéfie les insolubles, enlève à l'albumine sa coagulabilité, à la caséine la propriété de se cailler par la présure, à la gélatine celle de se prendre en gelée, à la musculine celle de se précipiter par le chlorure de sodium, etc.; enfin elle les transforme toutes en albuminoses ou peptones.

Les albuminoses, pour avoir des réactions individuelles beaucoup moins prononcées que les matières albuminoïdes dont elles émanent, n'en conservent pas moins des caractères différentiels.

3. La nature des peptones varie comme les substances azotées dont elles proviennent, cette variété répondant ainsi à des besoins (plastiques ?) différents de l'économie.

4. Les albuminoses ou peptones qui ont le plus d'analogie et sont les plus difficiles à distinguer entre elles, sont : l'albumine-peptone, la musculine-peptone, et, chose remarquable, la gélatine-peptone, comme si les aliments dont elles émanent étaient entre eux moins différents qu'on ne croit. La fibrine-peptone, la caséine-peptone, se distinguent mieux entre elles et des précédentes.

De ces faibles différences entre les nutriments azotés ou peptones résulte, chez eux, une espèce d'équilibre instable favorable au travail d'assimilation exercé par les tissus.

5. Les peptones ont pour caractères génériques qu'elles restent toujours solubles dans l'eau, soit acide, soit neutre, soit alcaline, ce qui assure une facile circulation dans l'économie.

La chaleur ne les coagule pas; l'acétate de plomb ne précipite pas la plupart d'entre elles. Les peptones, d'ailleurs, résistent, en général, mieux que les matières azotées alimentaires primitives aux combinaisons métalliques insolubles.

6. Les peptones forment un genre aussi bien caractérisé que le genre albuminoïde; il est évident, toutefois, que les progrès de la science détermineront leur nature d'une manière bien plus précise qu'on ne peut le faire aujourd'hui.

7. Quelques physiologistes persistent dans cette erreur singulière de croire que l'estomac ne fait que gonfler ou diviser les aliments sans les dissoudre. Quelle dénégation apporter à la balance qui montre que, pour un poids considérable, chaque aliment albuminoïde, soumis à l'estomac, est non pas divisé, mais dissous, passe à travers le filtre, est absorbé par les membranes?

8. D'autres ont soutenu que le suc gastrique, opérant sur les aliments azotés, ne produit que de la gélatine, sans songer que les caractères qui font de la gélatine une espèce albuminoïde particulière n'ont jamais pu être reconnus dans le chyme, même *neutralisé*, après une digestion de fibrine, de caséine, de musculine, d'albumine, et précisément que la gélatine elle-même perd *définitivement* ses caractères spécifiques, c'est-à-dire se digère dans le suc gastrique!

9. Enfin, d'autres, poursuivant cette hypothèse ancienne que l'albumine du sang n'est que la matière digérée elle-même, veulent qu'en cessant d'être acides, c'est-à-dire étant neutralisées, les peptones se résolvent en albumine; l'erreur n'est possible que si, à l'exclusion des autres aliments, on n'envisage que l'albumine ou la fibrine, dont une digestion *incomplète* prête à l'équivoque. En effet, l'albumine crue échappe toujours en partie à la digestion gastrique; la fibrine mal digérée ne se transforme qu'en albumine caséiforme; de telle façon qu'on a pu considérer comme une albumine émanée des peptones la partie des albuminoïdes qui, précisément, a refusé

de devenir peptones : hors ces deux cas, les peptones gastriques ne renferment jamais d'albumine. Et pour peu qu'on expérimente le produit régulièrement digéré par l'estomac de l'albumine concrète (et lavée), de la caséine, de la musculine, de la gélatine, il n'y a plus accès au doute.

10. La nature des deux digestions gastrique et pancréatique est semblable en ce sens que chaque aliment soumis, soit à l'une d'elles, soit à l'autre, est transformé en un produit alibile semblable : l'albuminose ou peptone. Il existe des *Peptones gastriques*, — il existe des *Peptones pancréatiques.*

11. La presque totalité des peptones gastriques devenues très-diffusibles est, aussitôt formée, absorbée par l'estomac même. Aussi lorsqu'un aliment on une portion d'aliment azoté a subi complétement la digestion gastrique, il est, pour la presque totalité, absorbé par l'estomac; le suc pancréatique, dans tous les cas, n'est plus appelé à exercer aucune action sur lui et ne le transforme pas en une autre peptone.

12. Le suc pancréatique éprouve, sous l'influence de la chaleur et de certains agents, des réactions particulières que *le suc gastrique n'éprouve point.* Cette différence *dans les sucs* se retrouvant, après que, par la digestion, ils se sont chargés de peptones ; on pourrait croire, à tort, à une différence entre celles-ci et penser que les peptones gastriques subissent un nouveau changement par le fait du suc pancréatique, ce qui n'a pas lieu ; mais l'erreur possible, étant signalée, est facile à éviter.

13. Les peptones reçues ou produites par le suc pancréatique ne forment pas plus d'albumine nouvelle que l'estomac (voyez proposition 9e), et qu'elles soient primitivement ou consécutivement acides, alcalines ou neutres, n'augmentent pas d'un poids appréciable l'albumine coagulable que le suc pancréatique pur et sans peptone *contient normalement.*

14. Le pancréas est, pour ainsi dire, un organe supplémen-

taire, dont l'action, pour les repas copieux, vient s'ajouter à celle de l'estomac.

15. C'est, en effet, sur la partie des substances albuminoïdes qui a quitté l'estomac avant d'avoir été transformée en albuminose, que le pancréas est appelé à agir.

16. Dans certains cas, la somme d'action du pancréas est si considérable qu'elle peut égaler celle de l'estomac.

17. Si l'on n'avait égard qu'à la quantité des fluides digestifs sécrétés, on croirait l'estomac bien plus puissant, car le suc gastrique est dix fois plus abondant que le suc pancréatique ; mais, par compensation, le suc pancréatique est dix fois plus fort ou plus riche en ferment (pancréatine).

18. Les conditions auxiliaires qui favorisent les deux digestions diffèrent, tout en s'équivalant et marchant au même but. D'un côté, l'action du suc gastrique est aidée par un séjour et un brassage prolongés avec l'aliment, de l'autre, le suc pancréatique a ce privilége très-remarquable d'agir trois fois plus vite sur l'aliment azoté, et également à l'état alcalin, neutre ou acide.

19. D'un côté, tout est disposé dans l'estomac pour que les aliments y soient gardés longtemps et que l'action se prolonge sur ces aliment, encore bruts, de façon — à la fois — et à en transformer une grande portion en peptone, et, de plus, à préparer l'autre portion à subir la digestion pancréatique ; de l'autre, dans le duodénum tout est disposé pour que le suc pancréatique agisse TRÈS-VITE et aussitôt qu'il rencontre l'aliment, — en quelque état — qu'il sorte de l'estomac.

20. La préparation gastrique, qui varie avec la qualité et la quantité, soit de l'aliment, soit du suc gastrique, etc., etc., consiste tantôt en une simple imbibition, tantôt en une dissociation ou en une division extrême, tantôt en une dissolution. La digestion pancréatique, vu sa rapidité forcée, trouve dans cette préparation un aide vraiment utile, mais non indis-

pensable (1) l'estomac jouant, dans ce cas, par un autre mécanisme, vis-à-vis du pancréas, le même rôle que les dents remplissent vis-à-vis de la digestion gastrique.

21. Toutefois, de même que le suc gastrique peut digérer seul, le suc pancréatique est capable d'accomplir seul la digestion des aliments qui n'auraient pas subi cette préparation ou division gastrique. Ainsi les matières albuminoïdes, *directement* mises en fragments à l'état de *crudité*, c'est-à-dire, sans aucune préparation dans l'intestin, ou dans du suc pancréatique extérieurement, y sont parfaitement et complétement digérées.

C'EST PAR LUI-MÊME ET LUI SEUL que le suc pancréatique exerce la digestion des aliments azotés, sans qu'il ait besoin de l'adjonction du suc intestinal ou de la bile pour acquérir la propriété digestive. En effet, pratiquée extérieurement, par exemple, avec du suc pancréatique *seul* ou de la pancréatine isolée, la digestion des aliments azotés se passe comme dans l'intérieur du duodénum même.

22. Lorsque le suc gastrique et le suc pancréatique sont séparés et agissent *successivement*, chacun exerce sa fonction dans sa plénitude et la quantité d'albuminose produite au profit de la nutrition peut être ainsi doublée.

23. Mais c'est une chose remarquable que si ces deux ferments digestifs se rencontrent à l'état pur — et simultanément, — les deux digestions cessent de s'exercer aussi librement; loin que le produit digéré soit doublé par cette réunion, au contraire, il peut se réduire à rien, car dans cette circonstance non physiologique, la pepsine et la pancréatine s'entre-détruisent.

24. Dans l'état normal, la nature prévient ce conflit par trois moyens : 1° le pylore, qui sépare les deux ferments; 2° la digestion gastrique même par laquelle la pepsine, en formant la peptone, s'épuise et s'abolit; 3° la bile, qui, ainsi que

(1) La division des mets, leur cuisson, leur dissolution préalable au repas ont le même effet utile. Plus les aliments sont divisés, plus leur dissolution et leur digestion, tant gastrique que pancréatique, est facilitée.

l'a démontré Pappenheim, anéantit l'activité du ferment gastrique.

25. La bile ne précipite pas la masse des peptones produites par l'influence de l'estomac, de sorte que la digestion soit détruite et à refaire comme on a dit ; au contraire, c'est la bile elle-même qui est précipitée par l'acide du suc gastrique ou du chyme; enfin il arrive très-peu de Peptones gastriques dans l'intestin, c'est l'estomac qui les absorbe.

26. La nature de l'aliment azoté influe beaucoup sur la quantité de peptone que, au profit de l'économie, les deux digestions successives peuvent produire. Ainsi dans des expériences *comparatives*, tandis que la musculine, la caséine, fournissaient, par exemple, près de 30 grammes de peptone parfaite, l'albumine ou le tissu gélatigène, quoique donnés à quantité égale, en produisaient à peine 15 grammes.

### Digestion intra-veineuse.

27. Pendant les trois premières heures qui suivent le repas, époque à laquelle la dissolution, la transformation et l'absorption digestives sont très-peu avancées, le sang de la veine porte (comparé au sang veineux général) ne s'enrichit point d'une quantité sensible de matériaux azotés par absorption digestive ; d'un autre côté, dans l'intestin ou à l'étuve, sous l'influence du suc pancréatique alcalin, les éléments du sang, globules, fibrine, se transforment en albumine (caséiforme), par un commencement de digestion.

28. Or, si l'on considère que pendant les trois premières heures de la digestion : 1° le suc pancréatique versé dans le duodénum y reste à l'état pur et actif; 2° qu'il peut passer dans la veine porte, car l'absorption par les veines mésentériques n'est pas suspendue ; 3° que le suc pancréatique peut exercer son action digestive dans un milieu alcalin comme le

sang. Si l'on considère, d'autre part, que, précisément, pendant ces trois premières heures, une grande partie des globules et de la fibrine du sang de la veine porte se transforment dans cette veine, *à poids égal, en albumine* (commencement de transformation pareil à celui qu'ils eussent subi dans l'intestin sous l'influence de ce même suc pancréatique), il est difficile de reculer devant cette hypothèse, que je formule nettement, d'une *véritable digestion intra-veineuse*, fonction nouvelle et qu'il s'agira d'étudier.

29. On n'a tracé, entre les matières azotées dites extractives et l'albuminose produite par la digestion gastrique ou pancréatique, aucun caractère réellement différentiel. Or, les vaisseaux chylifères, *la veine porte et sa continuation*, *les veines hépatiques*, c'est-à-dire, les vaisseaux qui reçoivent le plus directement les produits de la digestion, sont, après celle-ci, beaucoup plus riches en matières extractives (albuminose) que le reste du sang ; on remarquera qu'ils le sont aussi en glycose.

30. La richesse des vaisseaux du foie en nutriments (albuminose, glycose) peut s'expliquer par l'absorption gastro-intestinale à laquelle vient se joindre d'une manière active la digestion prolongée intra-veineuse, sans que le foie, en lui-même, y soit pour rien, dans ces conditions.

## II. — COROLLAIRES OU INDUCTIONS PATHOLOGIQUES.

A. Il est presque certain qu'il existe (relativement aux aliments albuminoïdes) une dyspepsie duodénale causée par la viciation, l'insuffisance ou l'absence du suc pancréatique, et dont les symptômes n'apparaissent qu'à partir de la deuxième ou troisième heure de la digestion, avec sensation plus profonde que dans la dyspepsie gastrique (voyez *propositions* 1, 10, 12, 15, 16). Dans le cas de dyspepsie duodénale pancréatique,

l'usage de la pancréatine administrée à l'intérieur est indiqué.

B. Une dyspepsie duodénale secondaire peut provenir d'une insuffisance presque absolue de la division que le suc gastrique fait *au moins* subir aux aliments qu'il n'a pas encore transformés en peptones. La digestion pancréatique est alors plus ente, comme est plus lente la digestion gastrique, lorsque les dents n'ont pas suffisamment rempli leur emploi. Cette dyspepsie pancréatique secondaire se guérit, quant à elle, à l'aide du traitement approprié à la dyspepsie primitive gastrique.

C. Une dyspepsie duodénale secondaire peut encore provenir, ou d'une surabondance excessive de suc gastrique, ou d'une *insuffisance* de l'anneau pylorique, car dans ces deux cas distincts, le suc gastrique arrive dans le duodénum, en y conservant, malheureusement, son activité, qui nuit dès lors à celle du suc pancréatique (voy. *propositions* 22, 23, 24, 25).

D. Une troisième dyspepsie duodénale secondaire peut provenir d'une insuffisance dans la sécrétion biliaire, cette insuffisance amenant (par défaut d'anéantissement de l'activité du suc gastrique dans le duodénum), les mêmes fâcheux effets que dans les deux cas précédents.

E. Une dyspepsie qu'on pourrait appeler porte ou hépatique peut résulter d'une viciation de la digestion intra-veineuse.

F. Certains symptômes de dyspepsie, de gastralgie, d'entéralgie, d'hépatalgie, peuvent être attribués à tort à l'estomac, à l'intestin, au foie, et ne résulter que de l'absorption par la veine porte du suc pancréatique trop abondant, trop actif ou trop irritant.

G. La bile, qu'elle parvienne pathologiquement dans l'estomac par le pylore ou par la bouche et le cardia, anéantit l'activité du suc gastrique dans le ventricule. Cette connaissance, qui explique la dyspepsie gastrique par reflux biliaire, peut servir à faire employer la bile pour parer à la surabondance maladive du suc gastrique.

H. A poids égal d'aliment azoté, à force digestive égale, l'économie trouve un poids *variable* de peptone, poids variable suivant la nature de l'aliment azoté. Il est clair qu'on est dans une erreur profonde quand, en hygiène, on estime le pouvoir *trophique* d'une espèce alimentaire azotée uniquement d'après la richesse en azote de celle-ci. L'équivalent trophique ou nutrimentaire des aliments n'est pas aussi simple à fixer.

I. Quand il est plus urgent de calmer les douleurs et la révolte des organes digestifs que de relever les forces musculaires, il faut donner pour nourriture l'aliment qui se dissout le plus vite et le plus complétement, quelle que soit la quantité peu élevée de peptone qu'il fournisse.

J. Mais quand il est plus urgent de relever rapidement les forces musculaires que d'amoindrir des souffrances gastro-intestinales, il faut, au contraire, faire choix des aliments qui, pour une force digestive égale, fournissent le poids le plus élevé de peptone, bien qu'ils soient susceptibles de se dissoudre et de se digérer plus lentement (voy. *proposition* 25).

K. Celui qui ne digère qu'avec un organe (estomac ou pancréas) est par ce fait mis environ à la demi-ration de peptone; de même celui qui, avec une force digestive normale et égale, ne mange que de l'albumine ou du tissu gélatigène (au lieu de caséine ou de musculine qui fournissent le double de peptone), se trouve aussi mis par ce fait à la demi-ration de peptone, et n'est nourri qu'à moitié (voy. *proposition* 26).

Dans les deux cas précédents, une suractivité, soit de l'organe restant (premier cas), soit des deux organes (deuxième cas), peut intervenir et tirer des aliments la ration entière de peptone, mais il ne faut pas se confier longtemps à cette extrême ressource fonctionnelle, car toute *suractivité* persistante a pour résultat, plus ou moins éloigné, mais final, d'épuiser.

L. Non-seulement il ne faut pas donner longtemps une

seule espèce d'aliment azoté, par la raison qu'une seule espèce de nutriment azoté (ou peptone) est insuffisante à réparer la variété des organes, mais aussi parce qu'un même aliment donné exclusivement et consécutivement (huit jours de suite, par exemple) cesse d'exciter suffisamment la sécrétion gastrique et cesse de subir intégralement la transformation digestive, faute d'afflux de suc digestif.

M. La plupart des peptones que nous avons étudiées ont la propriété d'échapper à la précipitation par l'*acétate neutre de plomb*. Or, dans tous les cas où les matières albuminoïdes de l'urine se trouvent être du genre albuminose, elles y persistent malgré l'acétate de plomb employé pour les précipiter, et masquent, le plus énergiquement de toutes, le sucre à la réaction cupro-potassique ; de sorte que celui-ci peut être méconnu là où il est.

*Nota*. Voyez le résumé des mémoires suivants, p. 125.

# RÉSUMÉ GÉNÉRAL

DES

# MÉMOIRES DEUXIÈME A DIXIÈME.

(VOYEZ LE RÉSUMÉ DU PREMIER MÉMOIRE, PAGE V.)

---

## PROPOSITIONS PHYSIOLOGIQUES.

### Démonstration expérimentale de la fonction ; Méprises antérieures.

31. Purkinje et Pappenheim avaient entrevu que le suc sécrété par le Pancréas exerce une action dissolvante sur les aliments azotés. Mais ceci fut nié d'abord par tous les physiologistes, et, de nos jours, cette dissolution digestive était confondue avec un phénomène de putréfaction.

On invoquait l'intervention d'autres sucs, pour qu'une action digestive sur ces aliments s'effectuât dans l'intestin : les uns, appelaient l'intervention du suc gastrique venu de l'estomac (Béclard), les autres, celle du suc intestinal exclusivement (Bidder et Schmidt), d'autres enfin, la bile (Bernard accordait à la bile dans son mélange avec le suc pancréatique : la direction digestive; et au suc pancréatique seul : une action putréfiante).

Mais ce sont plusieurs méprises expérimentales qui ont été la cause de l'erreur.

La force DIGESTIVE que nous démontrons dans le pancréas et qui s'exerce sur toute la classe des aliments azotés existe en lui et se développe *sans* la présence d'aucun des autres sucs; elle est très-puissante et lui est *toute propre*.

Les méprises expérimentales sont parties surtout de deux faux points de vue :

32. 1° Tandis que la digestion gastrique a pour caractère la lenteur (elle dure de six à douze heures en essai externe, de quatre à six heures en essai interne, c'est-à-dire dans le corps), la digestion pancréatique est, au contraire, *extrêmement rapide*, c'est ce qu'on n'a pas su démêler. En essai externe, l'albumine cuite est digérée par le suc pancréatique en quatre ou cinq heures au maximum, la fibrine crue, en deux heures, parfois en une demi-heure !

Aussi, prolonger l'action pancréatique au delà de 4 ou 5 heures est anti-physiologique ; car, bien avant ce délai, les aliments soumis à l'action de ce suc — dans l'économie — eussent été non-seulement digérés, mais *absorbés*, et *depuis longtemps*. Ceci ayant été méconnu, on a prolongé la digestion au delà de ce délai, on a cessé d'être dans des conditions physiologiques, la putréfaction est venue, et l'on a été conduit à supposer à la bile, — dans l'économie, — une direction digestive, une intervention ou anti-putride ou mystérieuse ! qui n'a nullement lieu de s'exercer et à méconnaître la force — digestive — et propre — du suc pancréatique.

Telle est la première méprise.

33. 2° La seconde est d'un autre genre et rappelle l'erreur de Montègre.

Celui-ci ne pouvait voir et admettre l'acidité bien connue du suc gastrique, car il s'obstinait à le prendre pendant le jeûne.

Pour avoir le vrai suc pancréatique de la digestion : celui qui DIGÈRE, — c'est en effet *hors* du temps du JEUNE INTESTINAL qu'il faut venir. Celui-ci cesse quand les aliments commen-

cent à passer de l'estomac dans l'intestin par le pylore, c'est-à-dire, vers la quatrième heure du repas, et reparaît quand l'estomac est vidé, c'est-à-dire, vers la huitième heure du repas :

34. A. Si l'infusion de la glande est appelée à fournir la démonstration de la fonction propre que nous lui attribuons, c'est donc hors du jeûne intestinal, c'est-à-dire, de la quatrième à la septième heure d'*une bonne digestion gastrique*, qu'il faut saisir le pancréas, et point à une autre.

On verra, propositions 40 à 47, la raison de ces différences.

Il ne faudrait point prendre le pancréas — avant la quatrième heure, son ferment y serait encore imparfait ; — ni après la huitième heure, car, la glande ayant beaucoup fourni de suc pour digérer, en serait à cet autre instant épuisée ; dans ces deux derniers cas on aurait bien un suc — mais non efficacement digestif, — comme à jeun Montègre avait bien un suc — mais non acide !

B. Si c'est le suc recueilli par la fistule qui est appelé à fournir la démonstration, c'est aussi, et pour la même cause, à la même heure (quatrième heure du repas) qu'il faut faire l'opération de la fistule ; car, si on la faisait avant, d'un côté, l'estomac, irrité, n'aurait pas, *condition défavorable*, accompli la majeure partie de sa digestion, garderait les aliments et maintiendrait l'intestin à l'état de jeûne, de l'autre, le pancréas lui-même irrité avant la formation de son ferment actif, n'en élaborerait et n'en fournirait qu'un vicié, qu'un impuissant.

Ajoutons qu'il ne faudra se confier qu'au suc qui s'écoulera pendant les trois premières heures, au plus, après l'opération.

35. Les observateurs qui nous ont précédé, recueillaient un suc qui émulsionnait, donc, il était digestif et aurait dû digérer les aliments azotés s'il en avait la puissance ? Or ils ne pouvaient découvrir cette action !

C'est que cette fois encore ils avaient raisonné à faux et à priori ; en effet, on ne peut préjuger de la puissance digestive sur les aliments azotés par la puissance ou l'action saccharifiante sur les fécules, ou émulsionnantes du suc pancréatique sur les graisses. Ces actions sont essentiellement indépendantes. En particulier, le pouvoir émulsionnant peut exister pendant le jeûne intestinal et même, est si peu un critérium d'intégrité qu'il peut s'accroître, *d'autant plus que le suc pancréatique est plus vicié*, plus alcalin.

36. Voici en outre pour démontrer la fonction digestive du suc pancréatique sur la classe des aliments azotés, sans putréfaction, deux règles fixes à suivre : A. Pour les expériences avec le pancréas infusé, c'est aussitôt le sacrifice qu'il faut prendre celui-ci : on le découpe ; une heure d'infusion dans deux fois son volume d'eau suffit à 20 degrés centigrades, et l'infusion faite doit être aussitôt expérimentée. B. Dans les expériences avec le suc recueilli par la fistule, c'est aussi dans l'heure qui suit la sortie du suc pancréatique par la canule qu'il faut expérimenter ce suc.

37. Enfin, il faut savoir que nulle expérience n'est valable si les aliments contenus dans l'estomac ne sont pas, *quelle qu'en soit la cause*, digérés en grande partie, dissous ou au moins diffluents à la cinquième, sixième ou septième heure du repas. Aussitôt le suc pancréatique extrait, il faut s'assurer de cet état de la digestion gastrique, car un lien étroit, comme on verra, unit la force digestive du ferment du pancréas à l'accomplissement de la digestion gastrique.

Les aliments, on le sait (1), n'ont pas besoin d'avoir été déjà préparés par l'estomac, ni même d'avoir été contenus dans celui-ci pour subir la digestion pancréatique ; pour les expériences on agit donc sur des aliments pris directement du dehors.

(1) Voyez *proposition* 21.

Le pancréas, exerce, en effet, une fonction supplémentaire, en digérant les aliments que l'estomac laisse échapper sans les avoir pu digérer (voy. *prop.* 14, 15).

38. L'observation des précédentes règles (32, 33, 34, 36, 37) explique la confirmation expérimentale apportée à nos découvertes par MM. Meissner, Wittish et Bach, Danilewski, Stokwiss, Schiff, Longet, etc., comme leur *inobservation* explique les dénégations de MM. Bernard, Brinton, Halwachs, Screbiski, Pavy ; car avec les connaissances précédentes qu'il nous a fallu acquérir peu à peu, la démonstration de la fonction propre du pancréas est éclatante (1); elle est impossible sans elles.

39. En même temps que le pancréas se montre doué d'une action digestive analogue à celle de l'estomac, action indépendante, à lui personnelle et propre, il se range également à côté de lui PAR SA PUISSANCE :

En agissant sur les aliments azotés pour les transformer en Peptones, il pourrait fournir de celles-ci une suffisante quantité pour renouveler *en* 300 *jours* le poids total du corps évalué sec. Les peptones produites par l'activité gastrique seraient susceptibles de renouveler ce poids *en* 200 *jours*.

(1) Pour procéder à la démonstration entière de tous les points qui intéressent cette grande fonction, l'ordre suivant est préférable :

*Digestion interne.*

A. Ligature du pylore et de la fin de la deuxième portion du duodénum lavé; injection dans cet intestin d'aliments crûs ou cuits; opération faite à la quatrième heure d'un repas ; examen du résultat à la dixième. Cette expérience montre l'inutilité de la cuisson et celle de la préparation gastrique ou de la présence du suc gastrique.

B. Même expérience, mais on lie en plus le canal cholédoque. Cette expérience montre l'inutilité de la bile après celle du suc gastrique.

*Digestion externe:*

L'infusion de pancréas seule, ou le suc pancréatique seul, sont pris suivant les règles précédemment indiquées, et mis en contact, également suivant les règles, avec les aliments crûs ou cuits. Cette expérience confirme les autres. Le suc pancréatique agissant seul et puissamment, l'action propre et personnelle et le rôle fonctionnel sont démontrés.

Nous avons vu le pancréas d'un homme mort-subitement, digérer en 4 heures, cent quatre-vingts grammes environ d'albumine concrète, et *quatre cent vingt grammes de fibrine — en une heure*, poids équivalent à la moitié environ de la ration journalière en aliments azotés du cavalier français.

Telle est la fonction non-seulement propre, mais puissante dont la physiologie vient d'acquérir la connaissance (1).

**Lois de la formation du ferment pancréatique efficace.**

Sous ce dernier rapport nos expériences nous ont mené aux conclusions suivantes :

40. L'heure de la présence, au maximum, du ferment pancréatique dans la glande, est de la quatrième à la septième heure du repas, à la condition que l'estomac sain digère; l'heure du minimum. de la neuvième à la treizième.

La formation du ferment pancréatique est directement sous la dépendance de la perfection de la digestion gastrique immédiatement antécédente.

Mais ce terme, *digestion gastrique*, comprend une nombreuse réunion de phénomènes. Lequel de ceux-ci a cette influence?

41. Les seules actions nerveuses, directes ou sympathiques, parties de l'estomac ou du duodénum, et provoquées par la

(1) Dans les expériences :

Le pancréas *infusé* d'un chien de 25 kilogrammes digère facilement 80 grammes de fibrine, 40 à 50 grammes d'albumine concrète.

Le suc *écoulé* d'un seul conduit pancréatique pendant un repas, chez un chien de 25 kilos, digéra 90 grammes d'albumine concrète et 180 grammes de fibrine.

Ces expériences, répétées sous ce rapport par Schiff, etc., ont donné approximativement les mêmes résultats numériques.

On conçoit comment les expériences faites par les Allemands, qui portaient sur quelques centigrammes d'aliments, étaient loin de pouvoir fonder une conviction.

seule présence des aliments dans ces cavités, ne paraissent pas pouvoir provoquer cette formation du ferment pancréatique.

42. Le passage des aliments *de l'état solide* à *l'état liquide* dans ces cavités, et soit l'impression différente que celles-ci pourraient recevoir ou transmettre par l'innervation, soit le phénomène d'absorption, ne sont pas non plus ce qui décide cette formation.

L'accomplissement même de la sécrétion ou la présence en elle-même des sucs digestifs — dans l'estomac ou les intestins — n'a pas plus d'effet.

43. C'est la TRANSFORMATION DIGESTIVE DANS L'ESTOMAC des aliments ingérés, c'est-à-dire, la formation et la présence dans l'économie des peptones gastriques, qui paraît être une cause décisive (qu'elle soit directe ou indirecte?) de la formation abondante du ferment pancréatique.

La transformation digestive intestinale, c'est-à-dire, la formation et la présence des peptones intestinales, ne produisent aucunement le même résultat dans le pancréas.

44. Il paraît nécessaire que les peptones gastriques soient ABSORBÉES PAR L'ESTOMAC.

Les peptones intestinales soumises par artifice à l'absorption par l'estomac ou les peptones gastriques absorbées par l'intestin n'ont pas le même effet.

45. Un rôle analogue à celui des peptones gastriques paraît appartenir *spécialement* à la dextrine (Corvisart et Schiff [1]).

En résumé :

46. La formation du ferment pancréatique en abondance paraît être surtout sous la dépendance de la *qualité du sang*, qualité déterminée par la présence dans ce dernier des pep-

(1) Mémoire fait en 1859, inédit en France.

tones faites et absorbées par l'estomac, et non sous l'influence de pures actions vasculo-motrices ou nerveuses.

Cependant une chose remarquable, c'est que le pancréas se recharge *un peu* de ferment — par l'effet *du jeûne prolongé*, sans aliments ni peptones dans l'estomac.

47. Les sécrétions paraissent se composer de trois actes :

1° Un acte *purement mécanique* ou de contractilité, par lequel, soit les plus intimes cavités de la glande (acini, etc.), soit ses canaux excréteurs, soit la cavité de réserve (vésicule, vessie, etc.), soit les canaux évecteurs (canal cholédoque, urèthre), portent le produit total de la sécrétion au lieu déterminé ;

2° Un acte *en majeure partie mécanique* ou de contractilité, par lequel l'eau et divers matériaux contenus dans le sang passent en proportion variable (sélection) dans la glande, et sont versés dans ses cavités les plus intimes, pour enlever par entraînement ou dissolution, les matériaux créés dans celles-ci par l'acte dont nous allons parler, mais qui paraît le premier ;

3° UN ACTE NUTRITIF, par lequel des matériaux tout particuliers et caractéristiques de la glande peuvent se créer, se former en elle (pepsine (?), pancréatine, spermatozoaire) : acte formatoire, nullement de contractilité vasculaire ou autre, acte de nutrition DÉPENDANT DE LA QUALITÉ DU SANG ;

Si ces trois actes sont distincts, il en résulterait quelques considérations précises pour la pratique :

## COROLLAIRES OU INDUCTIONS CLINIQUES

(VOYEZ LE RÉSUMÉ DU PREMIER MÉMOIRE, PAGE X)

X. Dans les cas où c'est l'évection seule des ferments digestifs qui est reconnue comme la fonction défectueuse, et défectueuse par le fait d'une paralysie ou d'un spasme, *soit* des canaux évec-

teurs ou réservoirs des glandes, *soit* d'une altération vaso-motrice des vaisseaux de ces glandes, c'est aux *stimulations nerveuses thérapeutiques qu'il faut avoir recours.*

O. Lorsque l'absence des ferments digestifs tient à la défaillance de la formation de ces agents digestifs, par suite de la qualité défectueuse du sang, c'est-à-dire, est DÉPENDANTE D'UNE ALTÉRATION DE NUTRITION, la médecine reconstituante fait fausse route en ne s'adressant qu'à *des excitations* pour reconstituer.

Car aucune stimulation nerveuse ou circulatoire ne peut faire naître un spermatozoaire ni une parcelle de pancréatine, etc.

P. C'est alors la qualité du sang qu'il faut changer, *en fournissant à l'absorption*, les matériaux reconnus nécessaires à la formation des précédents agents.

Q. Dans les cas ordinaires, la relation intime qui unit la sécrétion pancréatique efficace à la digestion gastrique, explique les dyspepsies intestinales secondaires à celle-ci ; — confirme l'importance première et majeure de l'estomac dans la production des maladies de ce genre — et sanctionne la prééminence accordée, dès les temps les plus anciens, à la thérapeutique des maladies de l'estomac.

---

SUR

# UNE FONCTION PEU CONNUE

# DU PANCRÉAS

---

Eberle ayant découvert, en 1834, que le liquide du pancréas a pour fonction d'émulsionner les corps gras, rien ne fut plus inattendu que ce que Purkinje et Pappenheim dirent en 1836 (1), à savoir, qu'ils avaient encore retiré du pancréas un liquide doué de la propriété de *dissoudre* les aliments albuminoïdes eux-mêmes.

Cette assertion arrivait au moment où Wasman isolait le principe actif du suc gastrique.

Les physiologistes allemands étaient d'ailleurs en pleine voie d'exclusivisme.

Les uns déclaraient que l'estomac seul dissout les aliments azotés ; les autres refusaient désormais à cet organe la fonction spéciale qu'on était accoutumé à lui reconnaître, et mettaient les muscles, le tissu cellulaire, le péritoine, les muqueuses trachéale, vésicale, nasale, les kystes même, en possession de propriétés digestives analogues à celles de l'estomac.

Les promoteurs de ces dernières doctrines avaient vus dans leurs expériences de petits morceaux (quelques centi-

(1) Burdach, *Traité de physiologie*, traduit par Jourdan sur la deuxième édition, IX• volume, p. 317. Paris, 1841. D'après Foriep's *Notizen*, t. XIV, p. 211.

grammes) de viande et d'albumine perdre de leur poids : leur conclusion était que cette perte avait eu lieu par le fait d'une digestion ; mais ils oubliaient que l'évaporation ou l'absorption de l'eau renfermée dans ces substances peut seule diminuer ce poids, déjà si insignifiant, des trois quarts sans qu'un atome de la partie réellement solide et digestible ait été dissous.

On n'avait pas encore acquis, d'ailleurs, les connaissances suffisantes pour établir, avec autant de rigueur qu'aujourd'hui, la différence qui sépare une dissolution simple de la manière d'agir d'une fonction telle que la digestion.

Dès lors, cette incertitude permettait aux savants de se résoudre, bien que le bon sens y répugnât, à admettre une similitude réelle entre la digestion et la dissolution simple des aliments azotés.

Une nouvelle conquête de la science, due à Mialhe et à Lehmann, fit voir combien la seule dissolution des aliments albuminoïdes est loin de remplir le but final de la digestion.

Une matière seulement dissoute, en effet, peut n'être pas plus changée dans sa nature que le sucre n'est modifié dans l'eau ; les aliments digérés, au contraire, ont subi une véritable *transformation*.

A partir de ce moment, prouver qu'un liquide dissout les aliments ne fut rien moins que démontrer qu'il remplit le rôle de la digestion.

Néanmoins, de même qu'on avait renouvelé en France les expériences relatives à l'action émulsive sur les graisses, on répéta l'affirmation relative aux aliments albuminoïdes (1). On la détruisit en disant que le suc pancréatique réduit à lui seul, les dissolvait en les putréfiant.

(1) Voyez p. 117 de cette Collection de mémoires.

Enfin on n'apporta aucune série d'expériences précises ou nouvelles qui éclairât, en sorte que la science restait toujours au point où Purkinje et Pappenheim l'avaient laissée il y a vingt et un ans.

Faire un pas de plus, montrer en quoi consiste et la dissolution et la transformation que le pancréas fait subir aux aliments plastiques ; apporter à la découverte de Purkinje et Pappenheim une preuve convaincante ; établir enfin, d'après des faits simples et faciles à vérifier, les relations et les différences fonctionnelles de l'estomac et des intestins, tel est le but de ce mémoire.

Nous engageons le lecteur à répéter, comme nous les avons faites, les expériences que nous rapportons ; sa conviction, sans doute, viendra fortifier la nôtre, et, dans tous les cas, servira la science, si peu avancée sur ce sujet.

Nous examinerons, dans le cours de ce travail, les aliments tirés du règne animal, qui sont chimiquement les plus fixes et les plus simples, tels qu'ils se trouvent dans la nature.

L'albumine de l'œuf, l'albumine et la fibrine du sang, la musculine dépouillée de tissu gélatigène, le tissu cellulaire, la gélatine, la caséine, etc., isolément envisagés, nous occuperont longuement. Cette étude permettra de comprendre ensuite très-facilement la digestion des aliments, qui ne sont, comme les muscles, la viande, etc., que la réunion, en proportions variables, de ces substances.

Chaque aliment azoté étant pris à part, nous rechercherons les transformations que la digestion gastrique et la digestion intestinale lui font successivement subir, et les degrés de ces transformations, puis, chose très-pratique et très-négligée, la quantité de cet aliment que chacune de ces di-

gestions transforme et celle qu'un poids donné de suc gastrique ou de suc pancréatique est susceptible de digérer.

On remarquera que la digestion gastrique, en ce qui constitue celle des aliments azotés, est assez simple à étudier, parce qu'elle s'exerce sur l'aliment encore naturel; elle ne donne lieu à examiner que :

1° La quantité de l'aliment que le suc gastrique dissout;

2° La qualité ou les caractères de l'albuminose ou peptone produite.

Au contraire, l'examen de la digestion intestinale est plus compliqué, car la bile, le suc intestinal et le suc pancréatique coexistent dans l'intestin ; dès lors il faut procéder à une étude séparative et analytique plus complète. De plus, les matières que l'estomac, après sa digestion, chasse dans le duodénum sont loin d'avoir la simplicité, l'uniformité primitive de l'aliment ; loin de là, elles sont un mélange de trois éléments absolument dissemblables, savoir : 1° la solution de peptone, produit de l'action du suc gastrique (*aliments digérés*) ; 2° la partie alimentaire non dissoute par le suc gastrique (*aliments non digérés*); 3° la partie du *suc gastrique* lui-même, qui n'a pas eu d'action sur l'aliment : ce n'est donc pas, sur cette masse variable et non définie qu'on nomme le chyme, qu'il faudra rechercher l'influence directe et séparée du suc pancréatique, de la bile, du suc intestinal, mais sur chacune de ces trois parties.

Ce travail incessant d'analyse seul permet, ici comme en toutes choses, d'arriver à débrouiller l'enchevêtrement des actes fonctionnels de l'économie pour reconstituer ensuite leur synthèse.

Ce n'est qu'après ces investigations qu'il nous sera permis de chercher à mieux concevoir la digestion des

aliments azotés les plus complexes, dans toute la longueur du canal digestif, et d'aborder ce qui doit être le but de toute physiologie, les conséquences pratiques et applicables. Nous devons donc être, d'abord, beaucoup plus sobres de réflexions que d'expériences et de faits.

---

## Albumine.

### 1° ALBUMINE DE L'ŒUF.

### A. *Action du suc gastrique sur l'albumine; résultat de cette action.*

LE SUC GASTRIQUE DISSOUT LE TIERS DE SON POIDS D'ALBUMINE, LA REND INCOAGULABLE, ET LA TRANSFORME EN ALBUMIN-PEPTONE. — Je ne m'étendrai point sur les considérations dans lesquelles je suis entré dans un autre ouvrage (1) relativement à la digestion gastrique de l'albumine de l'œuf; je rappellerai seulement des points essentiels.

L'albumine crue de l'œuf a pour caractère d'être coagulée en entier (2) par la chaleur de + 100° th. c., même lorsque la matière est diluée dans dix fois son poids d'eau.

Si l'on introduit de l'albumine crue dans l'estomac des animaux carnivores ou de l'homme, et qu'après la digestion gastrique la plus prolongée on retire l'aliment, il reste une partie de ce dernier qui n'est point modifiée dans sa propriété caractéristique, et se coagule encore.

De là vient l'erreur de ceux qui, comme Müller, ont pensé

(1) *Aliments et nutriments*, 1854, et *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XXXV, 1852

(2) Sauf une partie qu'il faut enlever préalablement par des lavages (fausse albuminose), mais qui est minime. (*Loc. cit.*)

que l'albumine crue est directement assimilable et n'a pas besoin d'être digérée par l'estomac.

Si, en respectant les meilleures conditions de digestibilité connues, on fait, à l'aide du suc gastrique obtenu d'un carnivore, une digestion artificielle avec 100 grammes d'albumine d'œufs crus, et qu'après douze heures de séjour à l'étuve on vienne à élever la température à + 100° th. c., il se forme un coagulum; si l'on retient celui-ci sur le filtre et qu'on en pèse le résidu sec, au lieu d'obtenir en albumine coagulable un poids de 14gr,10 (1), on ne recueillera que 9 à 10 grammes. Les 4 ou 5 autres grammes représentent le tiers de l'albumine, qui a cessé, par le fait de la digestion gastrique, d'être coagulable, pour devenir albuminose.

La démonstration est également complète si l'on agit sur de l'albumine préalablement coagulée; celle-ci perd, par la digestion à l'étuve, plus d'un tiers de son poids évalué privé d'eau. On peut dire que 100 grammes de suc gastrique du chien peuvent produire près de 4gr,90 d'albuminose (Lehmann en fixa le chiffre à 5 grammes). Bidder et Schmith, dans un mémoire on ne peut plus riche de faits, publié la même année que le travail où je consignai cette évaluation, ne donnent que 2gr,2; mais ils ignoraient les conditions à observer pour obtenir la meilleure digestion possible d'albumine.

Le quantité d'albuminose produite est plus élevée quand on met l'albumine directement dans l'estomac.

Quoi qu'il en soit de la quantité digérée, on sait que l'albumine n'a pas été simplement dissoute, car elle a, outre sa coagulabilité, perdu encore d'autres propriétés par le fait de sa digestion dans le suc gastrique.

(1) Poids qu'auraient donné 100 grammes d'albumine non digérée.

Cette transformation a été mise en lumière par les recherches de Mialhe et Lehmann. Le corps nouveau que la digestion a produit est l'albuminose ou peptone, corps défini à peu près au même degré que la caséine, la gélatine, etc. Les caractères chimiques qui sont propres à cette substance sont maintenant assez bien connus; nous les rappellerons plus loin à l'occasion des propriétés nouvelles que la digestion pancréatique donne de son côté à l'albumine.

Puisque l'estomac, après la digestion, verse dans le duodénum trois substances absolument différentes : 1° de l'albumine non encore digérée, 2° de l'albumin-peptone, 3° le suc gastrique encore pur, c'est à l'état d'isolement complet que nous devons soumettre chacune de ces substances à l'épreuve du suc pancréatique.

## B. *Action du liquide pancréatique.*

1° *Action du suc pancréatique sur l'albumine non digérée par le suc gastrique.* — LE SUC PANCRÉATIQUE VERSÉ DANS LE DUODÉNUM PENDANT UNE DIGESTION EXPÉRIMENTALE, OU LE LIQUIDE EXPRIMÉ DU PANCRÉAS (CHEZ LE CHIEN ET LE MOUTON), DISSOLVENT AU MOINS 40 GRAMMES D'ALBUMINE.

Je vais rapporter brièvement, pour donner comme introduction à l'étude du suc pancréatique, l'expérience suivante, qui est plutôt capable de fixer l'attention par son résultat en somme, que de satisfaire par la précision des détails.

A un jeune et gros chien de 15 kilogr., à jeun depuis vingt-quatre heures, j'ouvris, sans que le pancréas fût touché, les deux extrémités du duodénum, et je purifiai par un courant d'eau à + 38° th. c. cet intestin des liquides qui pouvaient y exister; j'interceptai aussitôt toute communication avec l'estomac par un lien, et, par l'ouverture inférieure,

j'introduisis dans le duodénum 78 grammes d'albumine d'œuf cuit, absolument insoluble, puis je les y fixai par une ligature. Des aliments existaient aussi dans l'estomac.

Dix-huit heures après l'animal fut tué par strangulation.

Le pancréas était parfaitement blanc, normal, n'ayant été ni blessé par l'opération, ni gèné dans sa circulation.

Le duodénum lié était très rouge, distendu par des liquides qu'une pression, même énergique, ne pouvait en faire échapper. L'organe fut enlevé, ouvert, vidé absolument de ce qu'il contenait, c'est-à-dire de quelques morceaux d'albumine reconnaissables, mais mous, nageant dans 325 c. c. d'un liquide alcalin laissant déposer lentement par le repos des flocons légers.

Tout ce qui était insoluble fut retenu par un filtre, enlevé, desséché complétement, puis mis sur la balance; ce qui donna un poids de 3 gram. 55 centigr., représentant le tiers environ de l'albumine sèche ingérée.

Le duodénum avait donc dissous près de 50 grammes du blanc d'œuf humide qu'on lui avait confié.

Mais je ne rapporte cette expérience que pour faire entrevoir une des fonctions du pancréas.

Il faut actuellement étudier dans ses détails, avec le plus de précision possible, quelle est cette fonction, quel est son résultat et son but.

Quoique la dissolution de l'albumine ne soit nullement une preuve de sa digestion, assurément il faut reconnaître qu'elle en est toujours une présomption.

Cherchons donc à savoir en premier lieu en quelle quantité l'albumine est dissoute par le pancréas.

L'expérience que nous venons d'exposer brièvement nous montre que, défalcation faite de l'eau que l'albumine avait

apportée, 250 c. c. au moins de liquide sécrété (1) avaient été versés dans le duodénum (2).

(1) La bile (elle pouvait être déjà résorbée) y était sans doute pour bien peu, car il me fut impossible, par l'acide nitrique, d'en déceler la présence, et je pouvais négliger la faible proportion de liquide intestinal qui avait pu être produite.

(2) Je vais indiquer ici, une fois pour toutes, comment j'ai procédé dans mes expériences, et par quelles préoccupations j'étais guidé.

1° Quand on vient d'ouvrir l'estomac ou les intestins à travers une plaie abdominale, et qu'on veut y mettre une certaine quantité d'aliments, rien n'est plus long que de les introduire miette à miette ou par un entonnoir ; rien également n'est plus dangereux, parce que les parcelles peuvent tomber dans le péritoine. J'ai donc fait faire deux tubes de verre fort, d'un calibre un peu inférieur à celui du duodénum de l'animal en expérience. Ils sont émoussés par l'émeri à l'extrémité, de manière qu'ils peuvent glisser sur la membrane muqueuse sans la déchirer ; ils sont très longs et chargés par avance de toute la matière alimentaire que je veux introduire. Celle-ci peut être poussée d'un coup dans l'intestin, par un long refouloir, après qu'on a fait pénétrer les tubes dans le duodénum par une pression lente qui paralyse la contraction du tube alimentaire.

2° La simple suture des membranes muqueuses et l'adossement des membranes séreuses intestinales ne suffisent pas toujours à empêcher qu'il n'existe quelque orifice d'où s'écoulent les matières liquides qui tombent dans le péritoine ; il est donc indispensable de faire en plus une ligature qui embrasse une partie de l'organe au-dessous de la suture.

3° Si l'on agit sur le duodénum, on lie tout d'abord circulairement l'intestin au-dessous du pylore ; un fil est conservé hors de la plaie abdominale, afin de reprendre facilement l'organe, sans tâtonnements, sans manipulation douloureuse et incertaine ; cela fait, on lie la fin du duodénum ; on soutient, par les deux sondes cannelées qui ont servi à poser la ligature, les deux extrémités de l'intestin, la masse duodénale étant entièrement refoulée dans le ventre. Une petite ouverture est alors faite aux deux extrémités du duodénum, et par l'une d'elles on pousse une injection d'eau pour chasser toute matière contenue dans l'intestin ; puis la petite ouverture supérieure faite pour introduire la canule de la seringue est soigneusement refermée par une suture. Alors on agrandit l'ouverture inférieure, et c'est par elle qu'on injecte de bas en haut la matière alimentaire.

4° Si pour reconnaître le duodénum on le tirait hors du ventre, on malaxerait avec les doigts, on irriterait par l'air extérieur, on étranglerait par la constriction de la plaie abdominale le pancréas, qu'il est absolument important de ménager, puisqu'il s'agit de ne pas troubler sa fonction. Au lieu de suivre ce mauvais procédé, il faut *reconnaître* le pylore, le lier ; une fois cela fait, ne plus quitter des doigts le duodénum ; tenir ce dernier seulement par son *bord libre*, au niveau, non en dehors de

Or j'ai, depuis quatre ans, insisté sur ce que la quantité du produit digéré, et non pas l'abondance du fluide sécrété, est seule capable de mesurer la *valeur* des liquides digestifs

la plaie abdominale ; alors, en changeant de main, on le suit jusqu'à ce que la résistance qu'on éprouve de la part du péritoine avertisse qu'on arrive à la fin de la portion horizontale de cet intestin. La meilleure opération de ce genre est celle dans laquelle on n'a pas aperçu le pancréas.

5° Comme dans l'état physiologique la digestion duodénale se fait *pendant* que la digestion gastrique s'achève, il est bon de mettre quelques aliments dans l'estomac en même temps qu'on fait une expérience de digestion dans le duodénum. Dans cette manière d'agir, il y a triple avantage : 1° les deux digestions se trouvent simultanées ; 2° on peut faire une expérience de plus dans l'estomac ; 3° lorsque l'une des digestions étonne par son résultat, on examine si l'autre est également singulière : or s'il en est ainsi, on peut en accuser un trouble général ; dès lors des doutes relatifs à la légitimité des conclusions qu'on devrait tirer surgissent et préservent de l'erreur. Toutefois il arrive souvent que la digestion duodénale est parfaite, tandis que la digestion gastrique est mauvaise, le suc gastrique étant neutre, ou remplacé par une sécrétion muqueuse. Cela s'explique. En effet, l'estomac étant lié à ses deux extrémités, c'est l'organe même qui *forme*, *sécrète* le suc gastrique, dont la circulation est gênée, tandis que les ligatures posées au duodénum ne gênent la circulation que de l'organe qui *reçoit* le suc pancréatique et respectent absolument la glande qui sécrète ce fluide.

6° Lors de l'autopsie, si l'état du pancréas est normal, on peut croire aux résultats de la digestion duodénale. Si le pancréas est rouge ou altéré, il faut douter et recommencer l'expérience. Mais *l'état du duodénum n'implique rien* relativement à la digestion, celle-ci peut être parfaite, quoique l'intestin soit (il l'est toujours) rouge, congestionné par suite de la double ligature qui l'étreint. La sécrétion pancréatique, dont on étudie plus spécialement l'action, est respectée, parce que la ligature n'embrasse nullement les vaisseaux du pancréas, et laisse toute liberté à la circulation dans l'épaisseur de la glande.

7° Si l'on veut faire conserver à l'estomac son contenu, on ne doit pas chercher à lier le cardia ; car, outre que l'opération est très difficile, les deux orifices de l'estomac étant le siége d'une constriction, la circulation stomacale serait gravement gênée, la sécrétion profondément altérée et rendue muqueuse ; par conséquent, la ligature de l'œsophage est bien préférable.

8° On sait que les mucosités, s'accumulant dans ce dernier conduit, ne peuvent, s'il est lié, être avalées ou rejetées, et qu'alors elles asphyxient les animaux *avant le temps convenable pour que la digestion se soit accomplie* ; il est facile d'éviter cet accident par la douceur, le choix du moment et du lieu de l'opération. La douceur arrête l'agitation des animaux (il faut les calmer de la voix et du regard, sans employer la coercition, qui les irrite, et par cela même provoque une sécrétion muqueuse plus

naturels ou artificiels (1), et (d'après des expériences faites en ce temps) sur la manière vicieuse dont on a cherché à apprécier l'intensité des sécrétions digestives.

L'abondance d'une sécrétion indique son aquosité; son énergie fonctionnelle, qui dépend d'ailleurs de ses principes actifs, indique seule sa richesse.

Pour nous donc, l'énergie digestive expérimentée sur les aliments est le seul critérium de l'intensité sécrétoire réelle des sucs digestifs.

Le lecteur, dans les essais que je rapporte, ne devra point s'inquiéter, en conséquence, de la quantité variable du liquide pancréatique produit, c'est-à-dire de l'aquosité.

Ce qu'il importe de remarquer, c'est que, chez un animal d'une espèce donnée, malgré la variation de la quantité du liquide pancréatique sécrété, la somme de ce dernier a une énergie digestive à peu près uniforme quand on agit dans des conditions semblables. En effet, ayant tué, douze heures après l'opération, un chien d'un poids de 22 kilogrammes, dont le duodénum avait reçu 65 grammes d'albumine cuite, je ne recueillis que 185 grammes de liquide, et cependant, dans

abondante que d'ordinaire). Si la ligature de l'œsophage est faite au commencement de l'opération, la constriction de l'organe, l'inquiétude de l'animal qui ne peut avaler, amènent une spume baveuse que la douleur, les efforts, augmentent pendant toute la durée de l'opération : aussi, à la fin de l'expérience, l'animal devient-il plus agité par sa déglutition empêchée que par sa plaie du ventre ; tout au contraire, quand on fait l'opération sur le duodénum en premier lieu, celle sur l'estomac en second, et la ligature de l'œsophage tout à fait à la fin, on prévient cette hypersécrétion spumeuse : car la ligature de l'œsophage, venant à la fin de la vivisection, est pour l'animal le signal d'un repos relatif et d'un apaisement à ses douleurs.

Le lieu qui me semble préférable pour l'opération est la fin de l'œsophage cervical, la ligature se pose très facilement entre les deux sterno-mastoïdiens ; d'ailleurs on conserve ainsi un grand espace à l'accumulation des mucosités. Il est encore préférable d'ouvrir l'œsophage au-dessus de la ligature, afin de permettre aux mucosités de s'écouler au dehors.

(1) L. Corvisart, *Dyspepsie et consomption ; usage de la pepsine*. Paris, 1854, p. 8.

celui-ci, 55 grammes de cet aliment avaient été dissous, car le filtre ne retint en grumeaux non digérés qu'un poids équivalent à 10 grammes de l'aliment introduit.

Cette seconde expérience, dans laquelle j'avais eu soin de lier le canal cholédoque, montrait, en outre, que la digestion des 45 grammes d'albumine avait eu lieu sans aucune intervention ni du suc gastrique, ni de la bile; mais le duodénum avait pu fournir un peu de suc intestinal (1).

Pour arriver à une expérimentation plus exacte et n'avoir que l'intervention du pancréas, j'eusse voulu me servir du procédé de de Graaf, qui consiste à recueillir le suc pancréatique dans une poche à l'aide d'un tube introduit dans le canal excréteur de la glande.

Mais ce procédé, très intéressant en lui-même et commode pour envisager avec curiosité comment les graisses sont émulsionnées, comment apparaît la glycose dans les matières féculentes, fait absolument défaut quand on veut poursuivre une recherche.

Non-seulement, en effet, on obtient à chaque heure des produits tellement variables en énergie, en concentration, qu'aucune comparaison n'est possible entre eux, mais encore, après dix heures de patience, à peine a-t-on recueilli sur les chiens quelques grammes de liquide.

Si l'on considère que ce n'est point ce procédé qui a conduit Éberle, Valentin, Sandras et Bouchardat, ni Purkinje et Pappenheim, à leurs découvertes, et que depuis il a fait relativement peu avancer la science, on conviendra que les autres peuvent mériter la préférence.

J'employai d'abord le procédé de l'infusion du pancréas, auquel on doit le plus de découvertes.

(1) Toutefois le suc intestinal n'a guère d'action que sur un bien faible poids des aliments albuminoïdes.

Je pris le pancréas parfaitement sain du chien qui servit pour la première expérience. Cette glande fut finement découpée et mise en infusion, pendant deux heures, dans de l'eau à + 40 degrés centigrades. Après ce temps, je filtrai, et j'obtins 50 centimètres cubes de liquide.

Je fis avec lui l'expérience suivante :

40 grammes d'albumine lavée, que le suc gastrique n'avait pas digérés, furent mis pendant cinq heures à une température constante de + 40 degrés centigrades.

Après ce séjour à l'étuve, les 40 grammes d'albumine étaient presque entièrement liquéfiés.

Le résultat fut à peu près le même avec l'infusion du pancréas du second chien, car 50 grammes d'albumine furent dissous.

Si l'on rapproche ces résultats de ceux obtenus dans le duodénum des chiens sacrifiés, on remarquera que, chez le même animal, la quantité, quelle qu'elle soit, de suc pancréatique sécrété pendant une période digestive, aussi bien que l'infusion d'un pancréas entier, ont présenté un pouvoir dissolvant à peu près égal sur l'albumine (40 gram., 50 gram., 55 gram.).

Mais un examen attentif conduit plus loin.

En effet, je pris, à des dates diverses, huit pancréas de chiens à peu près de même grosseur, tués dans les mêmes conditions. Chaque glande fut prise entière; mais l'une fut infusée dans 20 grammes, l'autre dans 50 grammes d'eau, etc. Or, à la totalité de l'infusion, je retrouvai toujours un équivalent digestif très voisin de 40 grammes d'albumine, en sorte que l'aquosité de l'infusion paraît, dans ces limites, ne point exercer d'influence sur la digestion pancréatique, soit naturelle, soit artificielle.

Je ferai remarquer que les conditions dans lesquelles j'expérimentais (à part le poids des animaux, qui varia entre 15 et 22 kilogrammes, mais fut presque toujours de 15 à 18) étaient toujours conservées à peu près semblables, et que, si un pancréas avait été grièvement blessé, je ne faisais point sur lui d'expérimentation.

Le résultat uniforme que je signale doit être bien près de la vérité, puisqu'il fut absolument analogue, quand j'expérimentai la digestion de la fibrine.

Le pancréas des animaux herbivores présentait-il donc cette conformité d'énergie?

Quoique le fait puisse paraître singulier, je dois affirmer que très souvent je pus, avec l'infusion du pancréas de mouton, dissoudre également 40 à 50 grammes d'albumine d'œuf.

J'allai plus loin encore. Après avoir fait une infusion étendue de pancréas, soit de mouton, soit de chien, j'y versai de l'alcool absolu jusqu'à cessation de précipité. Ainsi que, du reste, on l'a indiqué, je repris le précipité sur le filtre et le fis dissoudre dans l'eau. Or, avec le précipité redissous, je trouvai que l'on pouvait toujours liquéfier ce même poids d'albumine (40 à 50 grammes environ).

Guidé par un grand nombre d'analogies qui existent entre la pancréatine et la pepsine, et dont les traits sont tracés dans la suite de ce mémoire, j'imaginai de précipiter l'infusion de pancréas comme on précipite l'infusion de muqueuse gastrique. J'obtins ainsi un composé d'oxyde de plomb et de pancréatine (?); je le décomposai par l'acide sulfhydrique ou sulfurique. Dans cette expérience, au lieu de pepsine libérée, ce fut la pancréatine (?) qui fut mise à nu dans une eau légèrement acidulée par l'acide acétique du sel de

plomb. Eh bien, cette eau, renfermant le principe actif d'un pancréas entier de mouton ou de chien, liquéfia encore, bien qu'elle fût acide, 40 à 50 grammes d'albumine.

Cette dernière expérience mène de plus à penser que la réaction n'est pour rien dans la direction digestive de certains ferments de l'économie, fait important relativement à la théorie du rôle de la digestion pancréatique, et qui nous arrêtera plus loin.

Mais reprenons le cours de nos expériences.

LE SUC PANCRÉATIQUE TRANSFORME, EXACTEMENT COMME LE SUC GASTRIQUE, LE BLANC D'ŒUF EN ALBUMIN-PEPTONE; LES DEUX NUTRIMENTS, VENUS DE L'ALBUMINE, PARAISSENT IDENTIQUES, MALGRÉ LA DIFFÉRENCE DES AGENTS DIGESTIFS AUXQUELS ILS DOIVENT NAISSANCE. — La dissolution de l'albumine ne pouvait être que le premier pas de nos investigations; seule, en effet, elle n'établit que des présomptions en faveur d'une digestion, car les alcalis et les acides concentrés peuvent amener le même résultat.

Le liquide pancréatique opère-t-il une vraie digestion de l'albumine? Celle-ci, en devenant un nutriment, prend-elle des caractères spéciaux? C'est ici la grave question.

Pour la résoudre, j'avais d'abord fait des tâtonnements. Le résultat qui m'avait frappé le plus vivement était que l'albumine dissoute par le liquide pancréatique dans le duodénum lui-même et chez l'animal vivant, enlève à la glycose la propriété de réduire le tartrate ferrico-potassique.

J'eusse pu croire que l'albumine avait été digérée par le suc gastrique (car la propriété dont nous venons de parler a été annoncée par Longet comme caractéristique de l'albumin-peptone, c'est-à-dire du produit de la digestion gastrique), si moi-même je n'avais fait la digestion dans le duodénum sans qu'il y eût dans celui-ci trace de suc gastrique, et si je

n'avais pas répété cette expérience avec l'infusion de pancréas, et, en conséquence, sans aucun contact de l'estomac.

Ce résultat remarquable, me montrant tout au moins que l'albumine n'avait pas été simplement dissoute, m'engagea à compléter la comparaison des propriétés de l'albumine digérée par le pancréas avec celles de l'albumine digérée par le suc gastrique, c'est-à-dire de l'albumin-peptone.

Cette étude fait le sujet de ce qui va suivre.

Une très grande difficulté se présente quand on veut poursuivre les caractères que l'albumine a acquis en se dissolvant dans le duodénum, cette substance s'y trouvant mêlée à beaucoup d'autres. En effet, on a vu que, dans nos expériences, le duodénum renfermait du suc intestinal, du suc pancréatique (chez le premier chien, peut-être de la bile, quoiqu'elle se dérobât à mes recherches), et de l'albumine dissoute et digérée.

Considérant, néanmoins, que la majeure partie du contenu de cet intestin est formée par le liquide pancréatique et l'albumine que celui-ci a dissoute, je pensai que je ne faisais rien d'inutile en examinant la question avec ces premiers matériaux.

On sait que, lorsqu'on prend l'albumine qui a été digérée dans l'estomac, on peut soumettre pendant quelques secondes le liquide à l'ébullition, afin que la partie coagulable se sépare; l'albuminose, étant filtrée, reste alors pure.

Pouvais-je employer avec le même avantage ce procédé pour isoler l'albumine digérée dans le duodénum et me mettre à même d'étudier cette albumine digérée avec autant de rigueur que l'albumin-peptone? Je ne le crus pas. Toutefois, en employant ce moyen, je m'assurai de nouveau que l'albumine avait été plus que dissoute. Dans l'état de disso-

lution simple, elle est coagulable en entier par la chaleur : or, ayant fait bouillir et filtrer 20 grammes d'un liquide de digestion duodénale où se trouvaient 0,80 centigrammes d'albumine digérée, le filtre ne retint que 2 centigrammes de matière solidifiée par le fait de la coagulation (1).

Ce chiffre, assurément fort éloigné de 80 centigrammes, montrait donc bien qu'après la digestion j'avais cessé d'avoir affaire à de l'albumine.

C'était, sans doute, quelque chose de savoir d'une manière positive que le blanc d'œuf digéré dans le suc pancréatique se dissout, se transforme, n'est plus coagulable par la chaleur et empêche le sucre de réduire le réactif cupro-potassique ; en un mot, qu'il présente des caractères absolument semblables à ceux de l'albumine digérée par l'action gastrique; mais les autres propriétés de l'albumin-peptone se retrouvent-elles dans le produit de la digestion pancréatique?

Si l'on veut remarquer que dans les expériences faites sur l'animal vivant, bien que le pancréas ne soit en aucune façon lésé (la meilleure preuve en est l'énergie digestive du liquide qu'il sécrète dans ces conditions), le duodénum, quant à lui, est gêné dans sa circulation par les ligatures qui ferment ses deux extrémités, et qu'un peu de sang est exsudé dans sa cavité; il faut reconnaître que, bien que le canal cholédoque soit lié, il se mêle à la digestion duodénale des substances étrangères telles qu'il devient absolument impossible de compléter avec rigueur l'étude des autres caractères du produit qui résulte de l'action pancréatique.

La digestion faite hors du duodénum peut seule fournir le moyen de poursuivre cette étude, et encore faut-il rejeter les digestions artificielles avec l'infusion de pancréas; pour

(1) Le filtre, par le fait de la coagulation, avait pu même retenir de la pancréatine (?).

éviter, en effet, le sang et les matériaux étrangers du duodénum, on rencontrerait ceux de la glande elle-même.

Autant il est facile d'étudier les détails chimiques de la digestion gastrique en employant la pepsine pure, autant il est facile, heureusement, d'isoler la pancréatine (?), d'opérer avec elle des digestions à l'étuve, et par conséquent de compléter notre étude.

Je constatai d'abord que l'alcool, en précipitant la pancréatine (?), ne lui enlève rien de son pouvoir dissolvant.

Je pris à cet effet deux pancréas de chien; tous deux furent mis en infusion dans l'eau, puis je divisai le liquide en deux portions.

De la première j'enlevai la pancréatine par l'alcool, je fis redissoudre le ferment dans une égale quantité d'eau distillée ; 50 grammes d'albumine y ayant été mis en digestion artificielle, 42 grammes furent dissous.

La seconde portion de l'infusion, qui n'avait pas été touchée par l'alcool, reçut également 50 grammes d'albumine : la digestion artificielle en liquéfia 40 grammes; il en fut de même dans un grand nombre d'essais analogues.

J'étais donc sûr que, *pour avoir été isolée*, la pancréatine conservait toujours le pouvoir digestif qu'elle est appelée à exercer dans le duodénum.

Dès lors, par la digestion à l'étuve, à l'aide de la pancréatine pure, je me trouvai dans les conditions convenables pour étudier avec toute sûreté les caractères de la digestion que le pancréas fait subir à l'albumine de l'œuf.

En effet, dans ces nouvelles conditions expérimentales, je retrouvai les caractères de la matière digérée qui se montrent dans le duodénum même ; l'albumine dissoute perd la propriété de se coaguler par la chaleur et acquiert celle d'em-

pêcher le sucre d'opérer la réduction cupro-potassique.

Je constatai, en outre, dans le produit de la digestion pancréatique, divers caractères; je les place dans le tableau suivant, en regard (1) des réactions que présente l'albumine digérée par le suc gastrique.

| RÉACTIFS (1). | ALBUMINE digérée par le suc gastrique. | ALBUMINE digérée par le suc pancréatique neutre. | ALBUMINE digérée par le suc pancréat. neutre, mais ensuite acidifiée. |
|---|---|---|---|
| Réaction. . . . . | Liqueur acide. | Liqueur neutre. | Liqueur acidifiée. |
| Potasse . . . . . | Rien. | Rien. | Rien. |
| Acide acétique. . | Rien. | Rien. | Rien. |
| Acide nitrique(2). | Rien. | Rien. | Rien. |
| Acide picrique. . | Rien. | Rien. | Rien. |
| Sulfate d'alumine. | Rien. | Rien. | Rien. |
| Bichlorure de platine. . . . . . | Rien. | Rien. | Rien. |
| Deutochlorure de mercure. . . . | Précipité. | Précipité. | Précipité. |
| Acétate de plomb. | Précipité. | Précipité. | Précipité. |
| Azotate d'argent.. | Précipité. | Précipité. | Précipité. |
| Réactif de Longet (3) . . . . | Rien. | Rien. | Rien. |
| Bile (4). . . . . | Trouble ou précipité soluble dans un excès de bile. | Rien. | Trouble ou précipité soluble dans un excès de bile. |
| Aspect avant la filtration. . . . | Laiteux. | Sirupeux. | Sirupeux. |

(1) Tous les réactifs, excepté les deux derniers, sont des solutions au dixième.

(2) On sait que parfois, dans l'albumin-peptone, l'acide nitrique produit un léger trouble. Il en est parfois de même ici.

(3) On peut faire le réactif en mettant une goutte de solution de glycose au huitième dans 20 grammes de la solution d'aliment ou de peptone, et l'on ajoute 20 gouttes de liqueur cupro-potassique.

(4) Le trouble que produit la bile, et que nous examinerons ultérieurement avec beaucoup de soin, n'a lieu qu'à la condition d'une réaction acide du milieu ambiant.

Pour assurer la similitude de l'examen, on avait étudié les caractères de l'albumine digérée par le pancréas aussi bien

(1) Toutes les solutions ont été chauffées, filtrées, et contiennent 2 pour 100 d'albumine digérée.

dans un milieu alcalin que dans un milieu aussi acide que celui qui tient l'albuminose gastrique en dissolution : or la similitude du produit de la digestion de l'albumine d'œuf par l'estomac et par le pancréas parut néanmoins complète.

Une théorie admise assez généralement déclare que, dans le suc gastrique, l'acide gonfle l'aliment et que la pepsine le dissout.

Qu'il me soit permis de placer, à propos de ce tableau, une remarque tout incidente : C'est que l'aspect de la digestion pancréatique première est toujours celui d'un sirop tenant longtemps en suspension de fins et légers flocons d'albumine gonflée et non encore dissoute (ce gonflement a lieu dans la liqueur pancréatique alcaline) ; tandis que dans la liqueur de digestion gastrique qui est acide, loin qu'il y ait des flocons d'albumine *gonflée*, on y voit une poussière composée de particules lourdes, comme rétractées, qui tombent aussitôt au fond du vase. Cette observation, bien facile à vérifier, peut être faite pour la digestion de l'albumine et de tous les aliments ; le raisonnement *à priori* qui attribue *à l'acide* des liquides digestifs la propriété de gonfler l'aliment, n'est donc pas exact et est réfuté par le fait.

2° *Action du suc pancréatique sur l'albumin-peptone produite par l'estomac.* — L'ALBUMIN-PEPTONE EST UN PRODUIT DÉFINITIF QUI NE SUBIT PLUS L'INFLUENCE DIGESTIVE DU SUC PANCRÉATIQUE. — Rien n'est plus propre à convaincre de l'identité du produit de la digestion pancréatique avec l'albumin-peptone que de faire les expériences suivantes.

Après une digestion bonne et complète (1) d'albumine dans

(1) Il faut mettre dans l'estomac un excès (200 gram. par exemple) d'albumine cuite et

l'estomac d'un chien, on prend le liquide contenu dans l'organe, on le sépare en trois parties.

La première sert à déterminer les réactions chimiques de l'albumin-peptone; la deuxième est mise avec une quantité déterminée de liquide pancréatique (1), ou plutôt de pancréatine pure, et l'on s'assure de la réaction; enfin, la troisième est mélangée avec la même quantité de liquide pancréatique que la seconde, mais on l'acidifie (au même degré que le produit de la digestion gastrique) à l'aide d'une trace d'acide lactique.

Les trois portions étant ainsi préparées, on les met en digestion pendant six à douze heures à l'étuve.

Après avoir prolongé la digestion, une ébullition pendant quelques secondes permet d'éliminer du mélange la pancréatine coagulable qui s'y trouve.

Alors l'examen le plus attentif fait constater dans les deux dernières liqueurs toutes les propriétés qui se trouvaient dans la première, c'est-à-dire dans l'albumin-peptone. Celle-ci, évidemment, n'a acquis, après l'expérience, aucune propriété nouvelle sous l'influence du suc pancréatique.

3° *Action du liquide pancréatique sur le suc gastrique.* — L'action réciproque exercée par les deux ferments digestifs l'un sur l'autre est un point d'étude plein d'intérêt; son importance est assez grande pour que nous voulions attendre, pour le soumettre au lecteur, que nous connais-

parfaitement lavée, si l'on veut laisser le moins possible de suc gastrique libre. Après la digestion, si une petite quantité de liquide gastrique ne peut pas digérer quelque parcelle de fibrine, on est certain qu'il n'y a plus de suc gastrique en liberté.

(1) Il y a parfois un très léger trouble blanc qui se produit au moment où l'on mélange ensemble la digestion gastrique et la pancréatine. On verra la cause de ce phénomène dans le chapitre qui traite de l'action réciproque du suc pancréatique sur le suc gastrique.

sions déjà la manière dont le suc pancréatique se comporte vis-à-vis de la fibrine. A la suite de cette nouvelle étude, nous aurons acquis, en effet, des connaissances très propres à éclairer ce sujet, dont l'importance nous paraît capitale tant au point de vue de la science qu'à celui de la pratique.

### C. *Action de la bile sur les substances que l'estomac, après la digestion, verse dans l'intestin.*

LE MÉLANGE DE LA BILE AVEC LE CHYME PRÉCIPITE PARFOIS ; QUAND IL Y A UN PRÉCIPITÉ, C'EST UNE ERREUR DE CROIRE QU'IL EST FORMÉ PAR L'ALIMENT DIGÉRÉ... (1) ; — CAR IL EST FORMÉ PAR LA BILE... — AUSSI LA THÉORIE QUI ATTRIBUE POUR FONCTION A LA BILE D'ANÉANTIR CE QUE LA DIGESTION GASTRIQUE A FAIT EST-ELLE INSOUTENABLE.

On a professé dans une chaire de physiologie une théorie nouvelle : la bile précipiterait dans le duodénum ce que l'estomac a digéré. Cette théorie, fondée sur un fait inexactement envisagé, est absolument fausse.

1° *Action de la bile sur l'albumin-peptone.* — Je pris un chien pourvu depuis six mois d'une fistule gastrique; il avait une excellente santé, une puissance digestive normale, et, depuis plusieurs jours, on ne lui avait donné à manger que de la soupe, afin que rien ne séjournât dans l'estomac.

(1) Ainsi que le déclare M. Bernard (*Leçons de phys.*, t. II). Toutefois c'est à Werner (*Experientia circa modum quo chymus in chylum mutatur*, Tubingue, 1800) que la démonstration de l'existence du précipité est due ; c'est à lui que revient aussi cette théorie : « La bile précipite le chyle en flocons blancs. » Pendant un certain nombre d'années les controverses de la science se sont exercées sur ce sujet, et l'on reconnut bientôt que ce *chyle-brut* est formé aux dépens de la substance de la bile précipitée par l'acidité du chyme. Si mon examen n'avait porté sur quelques points non encore envisagés et ne m'avait paru apporter quelques preuves nouvelles à l'appui de la nature biliaire et non chymeuse du précipité, j'aurais pu renvoyer aux ouvrages de Tiedemann et Gmelin, et surtout de Frerichs : *Untersuchungen über die Galle*, Francfort, 1847, et *Physiologische Chemie*, Brunswick, 1851.

Enfin, depuis dix-huit heures, il n'avait pris ni aliment ni boisson.

J'introduisis dans son estomac 50 grammes de blanc d'œuf dur, pilé, lavé à grande eau, c'est-à-dire absolument insoluble, et je fermai la fistule.

Après deux heures et demie, on prit 10 c. c. de liquide dans l'estomac, puis autant à la cinquième heure.

La première portion, laiteuse, notablement acide, peu riche en albuminose, car elle était très fluide et contenait des morceaux d'albumine encore presque intacts, donna par la bile un précipité membraniforme.

La deuxième, dans laquelle on ne trouvait plus que des fragments albumineux considérablement altérés par la digestion, c'est-à-dire mous, petits, arrondis par la dissolution de leurs angles, était visqueuse, très chargée d'albuminose, presque neutre (1), et ne put me donner aucun précipité par la bile.

Je répétai l'essai dans des conditions variées ; j'obtins le même résultat.

Les deux expériences paraissaient être faites dans des conditions de digestion identiques, car dans les deux cas j'avais pris 2 c. c. de liquide filtré, et j'avais versé deux gouttes de bile fluide légèrement alcaline provenant d'un chien sacrifié quelques heures auparavant.

Un seul point différait cependant : la liqueur du premier essai, la moins chargée d'albuminose, était plus acide ; or c'était elle qui précipitait par la bile.

Je pensai, pour faire disparaître dans la solution toute

(1) Pendant la digestion de l'albumine, il est commun de voir le suc gastrique diminuer progressivement d'acidité.

trace d'acide, à saturer avec précision cette réaction par quelques gouttes d'ammoniaque ; la bile alors ne produisait plus même de nuage, et tout restait parfaitement limpide.

La bile qui me servait étant légèrement alcaline, j'imaginai de l'employer elle-même pour saturer l'acidité des solutions.

Je repris une égale quantité de tous les liquides digestifs acides que j'avais précédemment expérimentés ; j'y versai quelques gouttes de bile, le précipité habituel se forma. Mais aussitôt que je versai un excès de bile, je constatai de la manière la plus claire que le nuage disparut, le mélange étant devenu légèrement alcalin ; il arriva même souvent, dans d'autres essais, que le précipité disparut avant la saturation complète de l'acide.

J'avais fait précédemment, dans tout autre but que celui qui m'occupe, des expériences dans lesquelles j'avais recueilli et desséché de l'albumin-peptone provenant de digestions naturelles avec le suc gastrique, et dont la réaction acide s'était conservée. Je répétai l'expérience précédente avec elle ; la bile y fit naître un précipité ; je pris une autre albuminose obtenue par la pepsine même et acide : pareil phénomène se produisit.

Il résultait de ces expériences que, s'il est vrai que la bile précipite l'albumin-peptone, elle ne peut toutefois le faire que dans un milieu acide.

Ce qui fait le sujet du chapitre suivant va confirmer ces résultats et éclairer d'un jour nouveau la question.

2° *Action de la bile sur le suc gastrique naturel.* — J'avais eu soin, avant de donner son repas d'albumine à l'animal qui servit à l'expérience précédente, de retirer de son estomac quelques grammes du liquide que la vue seule des aliments y avait fait produire. Ce fluide était acide absolument

pur, n'ayant subi aucun contact étranger; j'en fis deux parts.

L'une qui me servit à reconnaître que c'était du suc gastrique : une digestion artificielle me montra, en effet, qu'il avait la puissance digestive normale, car à l'étuve 6 grammes de ce liquide digérèrent parfaitement 2 grammes de fibrine humide.

L'autre portion reçut de la bile fraîche ; aussitôt un trouble se produisit, trouble en tout analogue à celui que j'avais obtenu avec le liquide acide, qui contenait l'albumine digérée dans l'estomac de l'animal.

Ce fait me frappa vivement, car l'albumin-peptone n'était plus nullement en jeu (puisqu'il s'agit du suc gastrique pur), et cependant le phénomène qu'on attribue exclusivement à l'aliment digéré se présentait encore.

Cependant l'auteur de la théorie que nous examinons, après avoir affirmé de la manière la plus explicite que c'est l'*aliment digéré seul* qui est la cause du phénomène, insiste plus encore : « Le précipité n'a pas lieu dans le suc gastrique ; donc la sécrétion a été excitée chez l'animal *à jeun*, » dit-il page 422.

J'ai répété si souvent l'expérience contradictoire, j'ai eu des résultats si constants, que mon affirmation reste toutefois inébranlable : le suc gastrique obtenu même chez un animal tué après trente-six heures d'abstinence, je dis plus, après trente-six heures d'absence absolue d'aliments ou de boisson dans l'estomac, ce suc gastrique pur, acide, énergique, mélangé à la bile, précipite en l'absence de tout aliment digéré.

Je ne puis m'expliquer l'affirmation contraire qu'en supposant, ou bien que le liquide recueilli à jeun n'était pas du suc gastrique ou était neutre, ou bien qu'on a pris une espèce de bile pour essayer le suc gastrique ayant digéré, et pour essayer ce suc gastrique obtenu dans l'état de jeûne une autre bile.

On recueille parfois, en effet, aussitôt après avoir sacrifié les chiens, de la bile absolument impuissante à précipiter par le suc gastrique; mais ce qu'il est aussi facile à constater, c'est qu'elle ne précipite pas non plus en présence de l'aliment digéré; son impuissance est absolue, à moins qu'on n'ajoute spécialement avec l'aliment un acide énergique, tel que le chlorhydrique; mais alors a-t-on le même résultat si l'acide est ajouté au suc gastrique obtenu à jeun?

J'étais si certain de la précipitation sans le concours de l'aliment digéré, que je supposais que l'auteur avait dû se trouver dans les mêmes conditions d'expérimentation que moi, et avait dû voir que, en l'absence de toute digestion d'aliment, l'estomac étant vide de peptone, il y avait un précipité.

Je cherchai dans son ouvrage, et je trouvai page 420 : « En ingérant de l'éther ou de l'alcool dans l'estomac des chiens à jeun, j'ai vu se former une sécrétion acide abondante dans laquelle on pouvait constater tous les caractères de l'albuminose, » quoique les animaux n'eussent pas mangé. Et plus haut : « Il faudrait savoir si quelques-uns des caractères qu'on attribue à la matière digérée ne viennent pas de la sécrétion gastrique. » Enfin, page 423 : « Ceci semblerait indiquer que la bile précipite la pepsine. »

Voici donc trois passages tendant à faire confondre la pepsine avec l'albuminose, dont l'un fait pressentir, l'autre suppose, le troisième fait entendre, en vertu de cette confusion, que la bile précipite le suc gastrique ; passages en désaccord formel avec la première assertion si affirmative : « Ce précipité n'a pas lieu dans le suc gastrique dont la sécrétion est excitée chez l'animal à jeun ! »

Mais les contradictions absolues de l'auteur sont fréquentes, relativement aux sujets que nous étudions dans ce mémoire.

Ici on admet (1) que le suc gastrique a une action bien générale, puisqu'il digère en même temps l'albumine et le sucre de canne (2); là on déclare, au contraire, que « la digestion stomacale n'est qu'un acte préparatoire (3). »

Dans un endroit on dit : « Les phénomènes chimiques de la digestion sont effectués par les liquides intestinaux (4). » Puis : « ... en sorte que l'action la plus générale que le suc gastrique semble exercer sur toutes les substances alimentaires serait de leur faire éprouver l'action que produit l'ébullition prolongée (5). » Tandis que, quelques pages auparavant, on écrit : « J'ai vu chez des animaux tués en digestion le suc gastrique détruire l'estomac, la moitié du foie, la rate, quelquefois même une partie des intestins (6). » Comme si une pareille destruction eût pu être produite par l'ébullition et sans l'intervention des forces chimiques.

De trois substances examinées (albumine, sucre de canne, gélatine absolument pure), une seule, dit-on dans un ouvrage, n'est pas digérée par le suc gastrique, et est rejetée par les urines : « c'est la gélatine (7), » alors que dans un autre on élève toute une théorie qui porte que la gélatine est le produit de la digestion gastrique (8).

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XVIII, p. 783.

(2) Toutefois je n'ai, quant à moi, jamais pu constater la transformation en quantité notable du sucre de canne en glycose par le suc gastrique. Lehmann a échoué de même.

(3) *Leçons de physiologie*, etc., t. II, p. 432.

(4) *Loc. cit.*, p. 490.

(5) *Loc. cit.*, p. 418.

(6) *Loc. cit.*, p. 408.

(7) *Comptes rendus*, t. XVIII.

(8) *Loc. cit.* « En prenant les aliments dans l'estomac..., nous avons un liquide qui contient une matière analogue à la gélatine. » (P. 428.) — « Le suc gastrique a pour effet de dissoudre dans les aliments azotés les matières animales capables de donner de la gélatine. » (P. 418.)

A l'époque à laquelle les acides dilués passaient pour exercer toute la digestion gas-

Affirmant que le suc gastrique ne dissout absolument (1) que les substances capables de donner de la gélatine, on déclare cependant, quelques pages plus loin, que « le suc gastrique a une action particulière sur le lait coagulé, l'albumine cuite qu'il redissout (2), » c'est-à-dire sur des substances dites non gélatigènes.

Mais revenons à la bile.

Nous avons reconnu précédemment que le précipité formé au contact de la bile et du chyme n'était point formé par les aliments digérés ou peptones, puisqu'il se forme en leur absence absolue. Nous savons de plus qu'il a lieu en présence

trique, on aurait pu dire, avec quelque apparence de raison, que le suc gastrique a pour fonction de dissoudre le tissu cellulaire et de donner de la gélatine. Liebig écrit, en effet, que « le tissu cellulaire se dissout dans les acides minéraux dilués... et se transforme en gélatine. » (*Chimie organique*, t. III, p. 275, traduction de Gerhardt.)

Nous reviendrons plus loin sur l'erreur que M. Bernard paraît renouveler en en changeant les termes.

(1) Cette opinion est exprimée de bien des façons, comme on peut le voir par les citations suivantes : « Ce n'est que le tissu cellulaire qui a été dissous. » (P. 402.) — « Le séjour dans l'estomac, au contact du suc gastrique, agit à la façon de la cuisson, en dissolvant les parties susceptibles de donner de la gélatine. » (P. 455.) — « Le suc gastrique peut, jusqu'à un certain point, être remplacé par les préparations que la *cuisson* fait subir aux aliments. » (P. 447.) — « L'action la plus générale que le suc gastrique semble exercer sur les aliments serait de leur faire éprouver l'action que produit *l'ébullition prolongée.* » (P. 418.)

Dans ces assertions, produites en 1855, il est remarquable que l'auteur ne dise point un mot d'un ouvrage laborieusement fait en 1854, où l'on trouve : « Par la *cuisson prolongée* dans l'eau, l'albumine *avait acquis* les propriétés que l'acte digestif lui eût données, fait capital qui mérite la plus sérieuse attention. » (P. 17.) — « La *cuisson prolongée* de la fibrine donne naissance à une substance soluble dans l'eau, qui, absorbée, est utilisée par l'économie, employée à l'entretien de la vie, directement et sans digestion préalable. » (P. 38.) — « Elle diffère de l'*albuminose*..., elle diffère de la *gélatine*... » (P. 39.) (L. Corvisart, *Aliments et nutriments*, 1854.)

Je fais cette citation, non pour revendiquer la théorie de l'auteur, ni l'assimilation du produit de la cuisson prolongée, soit avec l'albuminose, soit avec la gélatine, car ce sont toutes choses que je repousse.

(2) *Loc. cit.*, p. 402.

de la bile et du suc gastrique pur obtenu à jeun. Il fallait rechercher si, dans le suc gastrique à jeun, le précipité que j'y ai observé est dû à son acide ou à sa pepsine; je procédai par exclusion.

Quant à la pepsine digestive, physiologique, je cherchai à l'éliminer par la chaleur de l'ébullition. On sait que cette opération détruit la pepsine dans les sucs gastriques naturels ou artificiels, et que dès lors cette substance cesse de se révéler comme ferment digestif. Or je fis bouillir et filtrer ces deux sortes de liquides gastriques; ils se comportèrent, par rapport à la bile, exactement comme si le ferment digestif eût été conservé.

Mais je résolus d'examiner la réaction biliaire tout en n'altérant pas la pepsine; pour cela j'employai le même moyen qui m'avait servi pour étudier l'action de la bile sur l'albuminose.

Je pris du suc gastrique de chien parfaitement pur, obtenu l'estomac étant préalablement vide et l'animal à jeun soit depuis vingt-quatre, soit depuis trente-six heures; je divisai chacun de ces sucs en trois portions : l'une acide, l'autre simplement neutralisée, la troisième rendue alcaline par de l'ammoniaque.

Je pris aussi des solutions de pepsine : l'une acide, l'autre neutre, la troisième alcalinisée.

Ces solutions, naturelles ou artificielles, quelles qu'elles fussent, présentaient, comme on le voit, la pepsine à l'état liquide non coagulée.

J'essayai donc avec soin sur elles la réaction de la bile, le résultat fut on ne peut plus précis.

Dans aucune des liqueurs neutres et alcalines il ne se forma de précipité; au contraire, toutes les liqueurs acides

furent troublées. Enfin, dès que la saturation de l'acide fut opérée avec la bile, le précipité formé fut dissous.

Si tant est que la bile précipite la peptone dans les liquides de digestion, ou que ce soit la pepsine qui est précipitée dans les liquides gastriques vierges, il faut donc bien admettre, toutefois, que l'albuminose et la pepsine ne peuvent être précipitées que dans un milieu acide.

Bien qu'à mes yeux tout tendît à prouver que la peptone et la pepsine ne prennent aucune part dans le précipité qui a lieu en présence de la bile, pour avoir une démonstration définitive il fallait expérimenter en ne conservant aucune de ces substances qu'on rencontre dans la digestion, si ce n'est la bile : c'est ce que je fis.

10 grammes d'eau distillée reçurent 10 gouttes d'acide lactique ; j'y versai 2 gouttes de bile : il y eut un précipité.

10 grammes d'eau distillée reçurent 3 gouttes seulement d'acide chlorhydrique ; j'y versai 2 gouttes de bile ; il y eut un précipité.

Dans ces expériences décisives, non-seulement l'apparence du précipité était en tout semblable à ceux que j'avais obtenus dans les liquides de la digestion gastrique ; mais encore avec cette eau pure, et seulement acidulée, je pus répéter toutes les réactions que j'avais observées plus haut. C'est ainsi que le précipité formé disparaissait ou ne se formait point quand on saturait l'acide par l'ammoniaque, ou quand on versait un excès de bile.

L'opinion d'après laquelle l'aliment digéré est précipité par la bile, et la digestion gastrique, en conséquence anéantie, est donc une pure fiction ; fiction bien grande, puisque, au contraire, c'est la bile elle-même qui est précipitée lors de sa rencontre avec le chyme ou le suc gastrique acide.

3° *Action de la bile sur l'albumine qui a résisté à la digestion gastrique.* — Sous l'influence de la bile, je n'ai observé aucun changement dans l'albumine solide (dépouillée de peptone par le lavage) qui a résisté à l'action gastrique ; elle conserve son insolubilité dans l'eau.

### 2° ALBUMINE DU SANG.

Nous consommons continuellement, soit dans le sang en nature, soit dans tous les tissus organisés que celui-ci baigne et qui servent à l'alimentation (tissu cellulaire, parenchymes, glandes, chair musculaire, etc.), une grande quantité d'albumine.

Or, des différences, bien que minimes, ayant été décrites entre l'albumine de l'œuf et celle du sang, nous devons consacrer un chapitre spécial à l'étude de la digestion de cette dernière.

Notre examen a porté sur de l'albumine préparée de la manière suivante : 15 litres de sang de veau battus et privés de fibrine furent dépouillés par la décantation, après un repos de vingt-quatre heures, de la majeure partie des globules. Le sérum fut coagulé par une température de + 100 degrés centigrades au bain-marie. L'albumine solide fut brisée en parcelles et privée, à l'aide de lavages successifs dans 60 litres d'eau froide, de toute matière soluble.

On sait que le blanc d'œuf coagulé et lavé retient une grande proportion d'eau de composition, car elle s'élève à 85$^{gr}$,90 pour 100, c'est-à-dire que 100 grammes de blanc d'œuf ne représentent que 14$^{gr}$,10 d'albumine desséchée.

Il était d'une grande importance que nous connussions de combien 100 grammes d'albumine du sang se réduisaient par

la dessiccation, afin de pouvoir, dans le cours de notre examen, évaluer en quelle quantité réelle se dissout l'albumine du sang dans les digestions : nous trouvâmes que 100 grammes de cette substance se réduisent, par la perte de son eau de composition, à 13gr,50 d'albumine sèche.

Cette connaissance acquise, nous pûmes commencer nos expériences de digestion.

Afin d'arriver à des résultats comparables, nous eûmes soin de faire nos essais d'une manière exactement semblable (pour le temps, la proportion d'albumine et de sucs digestifs, etc.) à celle qui avait été mise en usage pour établir les résultats que nous avions trouvés relativement à l'albumine de l'œuf.

### A. *Action du suc gastrique.*

On se rappelle que le blanc d'œuf ne se dissout que pour un tiers dans le suc gastrique; or, après une pareille digestion, 30 grammes d'albumine du sang valant 4gr,05 de matière solide laissèrent sur le filtre 3gr,20 d'albumine à l'état de siccité, c'est-à-dire qu'un cinquième de l'albumine avait été liquéfié.

Nous répétâmes cette expérience plusieurs fois, et nous vîmes que le suc gastrique dissout un peu moins d'albumine du sang que d'albumine d'œuf.

### B. *Action du suc pancréatique.*

Quand on employa du liquide pancréatique neutre, le résidu sec qui, après la digestion, resta sur le filtre fut de 1gr,50, c'est-à-dire que 2gr,55 d'albumine sèche furent rendus solubles.

Avec le suc pancréatique alcalin, la matière digérée s'éleva à $2^{gr},70$ (1).

Le suc pancréatique neutre ou alcalin avait ainsi dissous plus de la moitié de l'albumine du sang.

La solution de l'albumine du sang après l'action du pancréas présenta les mêmes réactions chimiques que celle qui provenait de la digestion du blanc d'œuf.

Enfin, l'albumine du sang digérée par le liquide pancréatique neutre ou alcalin présenta exactement les mêmes caractères chimiques que si elle eût été transformée par le suc gastrique.

### C. *Action de la bile.*

La bile, dans la solution digestive d'albumine du sang, ne fit pas autre chose que dans l'albumin-peptone d'œuf.

(1) Dans les expériences que je viens de relater à propos de l'action du fluide pancréatique sur l'albumine du sang, j'avais voulu en même temps me rendre bien compte des différences que le degré de neutralité ou d'alcalinité peut apporter relativement aux caractères chimiques du produit de la digestion. J'avais mis la même quantité (30 gr.) d'albumine du sang dans un volume d'eau équivalent à celui des liquides digestifs; dans un cas l'eau était pure, dans un autre elle était acidifiée au degré du suc gastrique, et dans un troisième elle était alcalinisée au degré du suc pancréatique employé ; l'acidification avait été faite par l'acide lactique, l'alcalinisation par la potasse. Après douze heures de séjour à l'étuve, je constatai les résultats suivants : L'eau pure laissa 4 gr.,05 c. sur le filtre, c'est-à-dire que pas une trace d'albumine du sang n'avait été liquéfiée. L'eau alcaline ne laissa que 3 gr., 60 c. de matière évaluée sèche ; il y avait donc eu par le fait seul de l'alcali 0,45 c. d'albumine du sang dissous Je signale ce fait, parce qu'il n'arrive point avec l'albumine d'œuf. L'albumine du sang peut donc sans ferment digestif être liquifiée en certaine proportion dans une eau alcaline et peut, en cet état, être absorbée. Toutefois le produit dissous n'est pas analogue au produit digéré, car les acides, le bichlorure de platine le précipitent, ce qui le rapproche de la fausse albuminose ou albumine non coagulable qui existe normalement, mais en faible proportion, dans l'œuf et qui n'est point assimilable.

**Fibrine.**

Bien que le fait seul de la digestion de l'albumine de l'œuf et de celle du sang dans l'estomac parle assez haut (puisqu'il s'agit de substances dites *non gélatigènes*) contre la nouvelle doctrine de M. Bernard, d'après laquelle,« en résumé, le suc gastrique a pour effet de dissoudre dans les aliments azotés les matières animales capables de donner de la colle ou de la *gélatine* par leur dissolution (*loc. cit.*, p. 418), etc.,» nous ne discuterons cette théorie que lorsque, par l'étude de la digestion de chaque aliment simple, nous aurons accumulé tout ce qui milite contre elle.

La fibrine, sous ce rapport, vient se ranger à côté de l'albumine ; d'ailleurs, l'étude de cette substance va nous présenter de l'intérêt, non-seulement par les particularités individuelles qu'elle nous offre, mais encore parce qu'elle nous fournit le moyen de juger des questions plus générales, une entre autres, que nous n'avons fait que toucher dans le chapitre précédent (p. 2).

Nous ne parlerons ici que de la fibrine du sang, réservant pour un chapitre spécial l'étude de la musculine qu'on a envisagée comme analogue, tantôt à la fibrine du sang, tantôt à l'albumine.

A. *Action du suc gastrique sur la fibrine; résultat de cette action.*

Le suc gastrique dissout la fibrine, la transforme en fibrin-peptone ; 100 grammes de ce liquide digestif normal dissolvent et transforment au moins 40 grammes de fibrine et produisent, dans une digestion expérimentale, 10 grammes de fibrin-peptone évaluée sèche.

J'ai démontré ailleurs (1), et je le rappelle ici : 1° que

(1) *Aliments et nutriments*, 1854.

100 grammes de suc gastrique normal du chien peuvent dissoudre 40 grammes environ de fibrine sèche; 2° que la fibrin-peptone pure a une grande analogie avec l'albumin-peptone; mais que, contrairement à ce que M. Mialhe admet, il n'y a pas identité; 3° que la fibrin-peptone se reconnaît facilement: à ce que le bichlorure de platine la précipite, fait auquel nos études actuelles vont apporter une nouvelle sanction (1), et à ce que, si la digestion n'est pas complète (ce qui arrive s'il y a trop de fibrine relativement au suc gastrique, si ce dernier est trop étendu d'eau, si le temps de la digestion est trop peu prolongé, etc.), toute la fibrine peut se dissoudre sans que cependant la digestion soit entièrement accomplie. Dans ce cas, outre l'albumin-peptone incoagulable par la chaleur, on obtient une seconde substance, produit imparfait de digestion, coagulable à +100 th. c., l'albumine caséiforme (Mialhe).

La chaleur peut, comme on le voit, facilement enlever, en la coagulant, la fibrine qui n'a pas été transformée complétement, et isoler d'elle la fibrin-peptone à l'état pur, c'est-à-dire, la fibrine réellement digérée.

### B. *Action du liquide pancréatique.*

1° *Action du suc pancréatique sur la fibrine digérée par le suc gastrique.* — LE SUC PANCRÉATIQUE VERSÉ DANS LE DUODÉNUM PENDANT UNE DIGESTION EXPÉRIMENTALE, OU BIEN L'INFUSION D'UN PANCRÉAS ENTIER, DISSOLVENT ENVIRON 50 GRAMMES DE FIBRINE.

Un chien griffon pesant 12 kilogrammes reçut dans le duodénum, lavé et parfaitement pur de suc gastrique, 40 grammes de fibrine naturelle représentant 10 grammes

(1) On va voir aussi que, par cette réaction, nous distinguerons l'albumine de la fibrine digérée par le suc pancréatique.

de fibrine sèche, les deux extrémités de l'organe et le canal cholédoque avaient été liés; l'animal avait mangé quelques minutes avant l'opération, et l'estomac contenait les aliments.

Douze heures après, je tuai l'animal; son pancréas était sain, son duodénum renfermait, défalcation faite de l'eau apportée par la fibrine, 110 grammes de liquide pancréatique, d'aspect sirupeux, absolument neutre, dans lequel la presque totalité de la fibrine avait été dissoute; le filtre, en effet, ne retint que 1gr,50 de résidu sec.

Un autre chien de même poids fut opéré dans les mêmes conditions, mais il reçut 75 grammes de fibrine humide représentant plus de 18 grammes de cet aliment simple à l'état sec.

Je trouvai douze heures après, dans son duodénum, 150 grammes de fluide pancréatique; ce liquide ne laissa sur le filtre qu'un résidu sec de 2gr,10 de substance sèche non digérée.

Enfin, d'autres expériences me montrèrent que la quantité moyenne de fibrine dissoute par une digestion duodénale est, dans ces circonstances, de 50 à 60 grammes.

L'enseignement que la digestion dans l'intestin de l'animal vivant peut donner étant acquis, je cherchai à compléter l'examen en soustrayant complétement l'aliment au liquide intestinal de manière à connaître l'action tout à fait isolée du liquide pancréatique sur la fibrine.

11 pancréas des chiens mêmes qui servirent aux expériences de ce mémoire ayant été infusés dans une quantité variable d'eau, mais ne dépassant jamais 50 grammes, et les liqueurs d'infusion (1) ayant été mises avec de la fibrine

(1) Quelques-unes des infusions furent précipitées par l'alcool, le précipité fut repris par l'eau, et avec lui la digestion de la fibrine se fit également bien.

à l'étuve, pendant six heures ; je trouvai, avec une presque constante uniformité, qu'elles avaient opéré la dissolution de près de 50 grammes de fibrine; ces résultats, constatés par deux sortes d'expériences, étaient conformes à ceux que j'avais observés avec l'albumine de l'œuf.

Une différence doit cependant attirer l'attention, car si, dans nos expériences, un pancréas de mouton digérait autant d'albumine qu'un pancréas de chien, je constatai que l'infusion d'un pancréas de ce carnivore peut digérer 50 grammes de fibrine, alors que celle de la même glande d'un mouton en digère à peine 20 grammes.

La digestion pancréatique de l'herbivore accuse donc une faiblesse digestive relative sur les aliments fibrineux.

LA FIBRINE DISSOUTE DANS LE LIQUIDE PANCRÉATIQUE EST TRANSFORMÉE ; LE PRODUIT DE LA TRANSFORMATION A UNE GRANDE ANALOGIE AVEC LA FIBRIN-PEPTONE QUI PREND NAISSANCE PENDANT LA DIGESTION GASTRIQUE.

Dans une expérience, ayant introduit dans l'intestin une quantité de fibrine équivalente à 10 grammes à l'état sec, tué l'animal à la douzième heure, je recueillis le contenu du duodénum : il s'élevait à 110cc; en faisant bouillir la liqueur pour en séparer la pancréatine, en même temps que la fibrine non entièrement digérée et encore coagulable, je vis que 8gr,50 au moins de la fibrine avaient été dissous et transformés, car je ne recueillis sur le filtre que 1gr,50 de matière sèche non digérée.

Mais, de plus, une grande partie de la fibrine avait été absorbée aussitôt après avoir été transformée par le suc pancréatique, si bien que, lorsque je voulus recueillir dans la liqueur les 8gr,50 qui y avaient été dissous, je ne les y retrouvai plus : la dessiccation n'y accusa que 2 gr. de matière solide.

La suite de mes expériences, en effet, me montra que, à

partir de la cinquième heure, plus tôt on vient arrêter l'absorption en tuant l'animal, plus on trouve encore de fibrine dissoute et transformée dans la liqueur pancréatique.

Mais ce qu'il importe le plus de savoir, c'est que les caractères de la fibrine digérée dans le duodénum y sont les mêmes, bien que la quantité puisse varier. En effet, prend-on le réactif Longet (sucre et liquide cupro-potassique), on voit qu'en masquant la réaction glycosique, la substance nouvelle révèle le cachet des substances digérées, qui manque absolument à la fibrine seulement dissoute (1).

Tel est avec la dissolution un premier caractère de la digestion pancréatique qui se manifeste *dans le duodénum*, malgré la présence de la pancréatine coagulable et des traces de sang exsudé après la vivisection.

Ce caractère persiste d'ailleurs lorsque la coagulation a

(1) M. Bernard reconnaît, comme l'a découvert M. Longet, que les matières albuminoïdes digérées entravent la réduction cupro-potassique ; mais il ajoute qu'il n'y a pas là de propriété caractéristique des matières digérées, car « la gélatine possède ce caractère à un haut degré quand on a soin d'en mettre une quantité suffisante. » Cette manière de juger n'est pas très rigoureuse ; dirait-on que l'eau jouit à un haut degré de masquer la réaction glycosique, parce qu'étant mise en très grande quantité relativement au sucre, celui-ci n'exerce plus son pouvoir réducteur? La question est celle-ci : *Toutes conditions égales d'ailleurs*, l'albumine, la fibrine, etc., *digérées*, masquent-elles la réaction cupro-potassique autrement que ces matières albuminoïdes seulement dissoutes ? La question ainsi posée est facile à résoudre, car si l'on prend quatre solutions concentrées au même degré (soit à 4 0/0) : la première, de gélatine pure ; la deuxième, d'albumine d'œuf ; la troisième, d'albumin-peptone ; la quatrième, de fibrin-peptone pure, et qu'à chacune d'elles on ajoute tour à tour une trace de glycose et de liquide cupro-potassique, les premiers bouillons réduiront tout le cuivre dans les deux premières... Les *solutions de peptone*, c'est-à-dire, les deux dernières, *resteront limpides et violettes*, à moins que toutes les liqueurs ne contiennent également trop de sucre, et *même dans ce cas* l'aspect des solutions digestives sera fort différent de celui des autres, lesquelles fourniront un précipité cuivrique rouge, grenu, tombant au fond du tube, tandis que les peptones présenteront des flocons et presque point de précipité.

dépouillé la substance digérée de la majeure partie de ces matériaux étrangers.

On le retrouve également quand, à l'aide de la pancréatine, on transforme la fibrine par une digestion artificielle à l'étuve.

La fibrine digérée par la pancréatine, soit dans le duodénum, au sein de l'organisme vivant, soit à l'étuve, présente, en outre, sous l'influence de la chaleur, une analogie nouvelle avec l'albuminose produite par la digestion gastrique.

On se rappelle, en effet, que, si l'on met de la fibrine en digestion dans l'estomac ou à l'étuve dans du suc gastrique, mais que la quantité de l'aliment soit trop grande, ce dernier, bien qu'il soit déjà dissous, n'est pas complétement transformé en fibrin-peptone. Aussi, lorsqu'on fait bouillir un tel mélange digestif qui est acide, il se forme un coagulum ou plutôt un réseau gris élastique, caractéristique de la fibrine incomplétement digérée.

Or même chose se montre si la fibrine, quoique dissoute, n'a pas été complétement digérée par la pancréatine ou le suc pancréatique alcalin, et l'ébullition fait paraître le même réseau caractéristique d'une digestion incomplète de fibrine.

N'est-ce point un sujet digne d'attirer au plus haut degré l'attention que les phénomènes communs aux digestions gastrique et pancréatique; l'une et l'autre digèrent l'albumine ; l'une et l'autre la transforment en albuminose ; l'une et l'autre dissolvent la fibrine, mais peuvent n'en faire qu'une digestion imparfaite et donner naissance à cette albumine caséiforme que M. Mialhe a révélée dans la digestion gastrique, et que je signale dans la digestion pancréatique; enfin le produit de l'une et l'autre digestion jouit de cette propriété si remarquable découverte par Longet, celle de masquer, sans le détruire, le sucre mis en présence de la réaction cupro-potassique.

Toutefois, dans l'étude de ces analogies, arrêtons-nous où elles ne sont plus aussi complètes.

La fibrin-peptone n'est pas absolument semblable à la fibrine digérée par le suc pancréatique, comme le tableau suivant va le montrer.

Pour nous rapprocher le plus possihle de l'état de pureté, nous avons fait la digestion de la fibrine à l'étuve, à l'aide de la pancréatine pure, séparée par l'alcool; nous avons évité ainsi la présence du sang et de tous matériaux étrangers versés dans le duodénum.

Toutes les solutions digestives dont les réactions sont indiquées plus bas renfermaient 2 pour 100 de fibrine digérée, évaluée sèche, et étaient parfaitement filtrées. La partie de la pancréatine coagulable par la chaleur, et le produit intermédiaire de la digestion, dont nous avons parlé ci-dessus, avaient été éliminés par quelques secondes d'ébullition.

| RÉACTIFS. | DIGESTION gastrique de fibrine (fibrin-peptone acide). | DIGESTION pancréatiq. de fibrine acidifiée pour l'examen. | DIGESTION pancréatique alcaline de fibrine. |
|---|---|---|---|
| Réaction. . . . . | Acide. | Acide. | Alcaline. |
| Réactif Longet. . | Ne réduit pas. | Ne réduit pas. | Ne réduit pas. |
| Potasse . . . . . | Rien. | Rien. | Rien. |
| Acide nitrique. . | Rien. | Trouble. | Trouble. |
| Sulfate d'alumine | Rien. | Trouble. | Trouble. |
| Bichlorure de platine . . . . . . | Précipite. | Précipite. | Précipite. |
| Acétate de plomb | Précipite. | Précipite. | Précipite. |
| Bichlorur. de mercure. . . . . . | Précipite. | Précipite. | Précipite. |
| Acide picrique. . | Précipite. | Précipite. | Précipite. |

Ce tableau montre que la fibrine digérée par le suc pancréatique diffère de la fibrin-peptone : en effet, le sulfate d'alumine et l'acide nitrique y font naître un trouble.

Je rappellerai que l'*albuminose* gastrique provenant spé-

cialement d'une albumine d'œuf coagulé au milieu de l'eau, et non dans sa coque, présente, par l'acide azotique un trouble semblable.

**LA PANCRÉATINE OU LE SUC PANCRÉATIQUE JOUISSENT DE LA PROPRIÉTÉ REMARQUABLE D'OPÉRER LA DIGESTION DES CORPS ALBUMINOÏDES AUSSI BIEN LORSQU'ILS SONT ALCALINS QUE LORSQU'ILS SONT NEUTRES OU ACIDES ; EN SORTE QUE LA DIGESTION DES ALIMENTS EST ASSURÉE, QUEL QUE SOIT L'ÉTAT DANS LEQUEL L'ESTOMAC LES VERSE DANS LE DUODÉNUM.**

Les physiologistes se sont peu accordés sur la réaction propre au duodénum, les uns la disant acide, les autres alcaline.

On a cru juger la question en reconnaissant l'état le plus souvent alcalin dans lequel est sécrété le suc pancréatique, mais la raison n'est pas suffisante. L'intestin, en effet, n'est point astreint à conserver au suc pancréatique une réaction alcaline, car avant d'avoir manifesté son action propre, ce dernier ferment digestif peut subir le contact du suc gastrique ou du chyme *très acides* (1); car ceux-ci sont versés dans le duodénum en même temps que la liqueur du pancréas y arrive.

J'ai bien nettement constaté, dans mes expériences, que lorsque je liais le pylore pour isoler les deux digestions, je trouvais, dans le duodénum la fibrine ou l'albumine dissoutes et transformées en peptone, alors que le milieu était *alcalin*, ou *neutre*, ou légèrement *acide*.

Il arriva que la réaction était souvent très acide quand le pylore n'avait point été lié et la digestion se trouvait encore très bien faite.

(1) On sait que les aliments eux-mêmes, soit par leur nature ou leur transformation, peuvent ajouter encore à l'acidité du suc gastrique.

Ces faits m'ayant frappé, j'examinai avec soin si, en prenant l'infusion de pancréas soit chez le chien, soit chez le mouton, l'acidification ou l'alcalinisation du ferment pancréatique apporterait une différence dans l'énergie ou les caractères de la digestion, or je puis dire que j'ai constamment observé que ces réactions n'influençaient en rien le résultat. En effet, le produit digéré, sa quantité, ses caractères chimiques restaient semblables ; le ferment conservait toute sa vertu, toute sa liberté d'action dans un milieu alcalin, acide, neutre.

Un phénomène aussi remarquable était bien propre à exciter la curiosité.

Puisque la pancréatine, me dis-je, *se conserve, agit dans un milieu acide*, elle se rapproche donc, sous ce rapport, bien intimement de la pepsine.

Si la pepsine, précipitée par l'acide plombique, se combine avec l'oxyde de plomb à l'état solide, sans perdre sa propriété digestive (car le ferment renaît avec sa puissance, dès qu'un acide, en prenant sa place dans le composé plombique, le met en liberté), quelle raison y a-t-il de supposer que la pancréatine se comporte autrement?

Je fis donc des infusions de pancréas (de chien, de mouton), j'y versai de l'acétate de plomb, et j'opérai exactement de même que si j'eusse eu affaire à une infusion de muqueuse gastrique et que je voulusse recueillir de la pepsine.

Mon essai, que je répétai maintes fois, fut toujours suivi d'un résultat semblable ; j'obtins par ce moyen le ferment pancréatique doué de toutes ses propriétés digestives, et si bien que, *alcalinisé*, il agissait comme il l'eût fait dans le duodénum. Je le neutralisai, la digestion marcha de même, les caractères physiques et chimiques du produit digéré furent sem-

blables ; je le laissai acide, rien absolument ne fut changé.

Dans tous les cas la digestion eut lieu avec la même promptitude, avec les mêmes caractères.

Les solutions alcalines, acides ou neutres du ferment pancréatique obtenu par l'alcool présentèrent les mêmes propriétés que s'il se fût agi de pancréatine extraite par le sel plombique.

Dans les chapitres qui précèdent, plus d'une ressemblance entre la pancréatine et la pepsine s'est montrée ; nous avons vu que le ferment pancréatique et le peptique opèrent dans la fibrine une transformation analogue, dans l'albumine une transformation identique; que tous deux exercent l'action digestive dans un milieu acide et de la même façon ; que tous deux peuvent, par l'alcool, être isolés des liquides sécrétés ou obtenus intacts par l'acétate de plomb ; ajoutons que tous deux perdent leur pouvoir digestif par la chaleur.

Dès lors on se demande pourquoi l'un d'eux présente *exclusivement* cette propriété, on ne peut plus remarquable, de rester indifférent à l'acidité ou à l'alcalinité du milieu qui l'environne, et de toujours continuer son action digestive ?

Si l'on veut bien réfléchir, on le conçoit vite, car le suc pancréatique agit dans des conditions étrangères au suc gastrique.

Dans l'estomac, un suc dix fois plus abondant que le fluide pancréatique est versé ; il est tellement aqueux qu'il imbibe, pénètre les aliments avec certitude ; d'ailleurs deux orifices fermés avec force emprisonnent dans l'estomac la substance alimentaire que des mouvements puissants mélangent intimement avec le suc gastrique, dont l'action est inévitable ; enfin un temps considérable est accordé pour la digestion dans ce viscère.

Le suc pancréatique, au contraire, a d'autres conditions à remplir.

Le duodénum, en effet, d'un calibre étroit, sans autre moyen d'arrêt que des flexuosités, présente rapidement l'aliment au liquide du pancréas, ne lui permet point de s'imbiber avec lenteur, ni de se pénétrer profondément de ce suc digestif par un brassage pareil à celui qu'opère l'estomac...; dès lors il fallait que, malgré sa viscosité et sa médiocre abondance, le ferment pancréatique eût aussitôt et inévitablement prise sur l'aliment, c'est du moins ainsi qu'il se comporte.

2° *Action du suc pancréatique sur la fibrine digérée par le suc gastrique, c'est-à-dire sur la fibrin-peptone.* LORSQUE LE SUC GASTRIQUE A COMPLÉTEMENT TRANSFORMÉ LA FIBRINE EN FIBRIN-PEPTONE, CELLE-CI EST UN PRODUIT DÉFINITIF QUI N'A PLUS A SUBIR D'INFLUENCE DIGESTIVE DE LA PART DU SUC PANCRÉATIQUE.

Ayant pris 100 grammes d'un fluide gastrique contenant 4 pour 100 de fibrin-peptone, je l'ai mélangé avec l'infusion aqueuse (50 gram.) d'un pancréas de chien. J'ai consacré la première moitié du mélange à en constater les caractères, à l'instant même, à une température de + 12° th. c., avant toute action digestive possible. L'autre moitié fut soigneusement maintenue à l'étuve, pendant un temps plus que suffisant (douze heures) pour qu'il pût se produire une digestion parfaite, c'est-à-dire une transformation de la fibrin-peptone, si le suc pancréatique avait quelque action digestive nouvelle à lui faire subir.

Dans ce dernier cas, celui de digestion nouvelle et plus parfaite, des caractères nouveaux devaient paraître et faire connaître qu'il y avait eu réellement, de la part de la liqueur du pancréas, une action chimique produite.

Je devais comparer, en conséquence, les caractères de la partie mise à l'étuve, c'est-à-dire après digestion, et ceux que j'avais trouvés, tout d'abord, au mélange non soumis à l'étuve et avant toute digestion (car il n'est pas de digestion *instantanée* des albuminoïdes).

Or, ces caractères furent en tout pareils; le liquide pancréatique n'avait point eu d'action transformatrice nouvelle sur la fibrin-peptone.

J'ai répété l'expérience avec la pancréatine d'autres infusions de pancréas de chien, retirées pures à l'aide de l'alcool; j'ai agi de même avec l'infusion pancréatique ou la pancréatine de mouton : je suis arrivé aux mêmes résultats.

Ces expériences simples montrent donc que le suc pancréatique, très propre à transformer l'aliment lorsque celui-ci a échappé à la digestion gastrique, n'a, au contraire, aucune action sur la peptone faite par l'estomac et que celle-ci est un produit définitif; nous savons d'ailleurs qu'il est assimilable en cet état.

### 3° *Action du suc pancréatique sur le suc gastrique.*

QUOIQUE LE SUC PANCRÉATIQUE ET LE SUC GASTRIQUE REMPLISSENT LE MÊME BUT DANS LA DIGESTION DES MATIÈRES ALBUMINOÏDES, IL FAUT QU'ILS AGISSENT SÉPARÉMENT. A CETTE CONDITION, CHACUN REMPLIT SA FONCTION DANS SA PLÉNITUDE. S'ILS SE RENCONTRENT, A L'ÉTAT PUR, LOIN QUE LE PRODUIT DIGÉRÉ SOIT DOUBLÉ, IL PEUT SE RÉDUIRE A RIEN, CAR DANS CETTE CIRCONSTANCE NON PHYSIOLOGIQUE LES DEUX FERMENTS (PANCRÉATINE, PEPSINE) S'ENTRE-DÉTRUISENT.

Nous avons appris, par les études précédentes, 1° que le suc pancréatique accomplit la digestion des aliments qui ont échappé à l'action de l'estomac; 2° qu'il respecte le produit de la digestion gastrique (peptone) et ne le change en rien.

Mais une autre substance peut se rencontrer avec le suc

pancréatique : c'est le suc gastrique lui-même, non encore altéré dans ses propriétés par le fait de la digestion, et qui, dans cet état de pureté, peut arriver dans le duodénum, soit seul, soit avec les aliments non digérés et la peptone.

Quelle est donc la manière réciproque dont le liquide pancréatique va se comporter en présence du suc gastrique?

Pour élucider cette question, j'ai pris du suc gastrique qui était fortement acide, et à la température ordinaire, je l'ai mélangé à du liquide pancréatique qui était alcalin, j'observai que le mélange qui en résulta fut encore acide et qu'en peu d'instants il se forma un trouble, puis un précipité floconneux blanchâtre.

Évidemment l'un des ferments digestifs avait une action sur l'autre; mais quel était celui dont l'activité subsistait?

Si l'on pense à ce qui arrive le plus souvent dans l'organisme, on verra que, lorsque du suc gastrique et du suc pancréatique se trouvent en présence, ils le sont en même temps avec des aliments qui ont échappé à la première digestion.

Je dus en conséquence faire mon premier examen dans de pareilles circonstances; mais, pour être maître des conditions analytiques d'étude, je fis l'expérience hors du duodénum.

Je pris 100 grammes du suc gastrique et autant du liquide pancréatique du chien, tous deux doués d'un pouvoir digestif énergique et exactement connu. Je les mis six heures à l'étuve avec de l'albumine cuite, la digestion eut lieu ; mais elle m'apprit une chose inattendue : les pouvoirs digestifs des deux ferments ne s'étaient point ajoutés.

Dans une expérience comparative, en effet, j'avais observé que séparément le suc gastrique avait produit 5 grammes d'albumin-peptone, et le liquide pancréatique 8 grammes, c'est-à-dire un total de 13 grammes d'aliment transformé.

Or, réunis, les deux ferments, mis dans les meilleures conditions pour que la digestion fût complète, n'en avaient produit, dans notre expérience, que 5gr,75.

Mais encore quel ferment avait agi pour amener ce résultat? Les caractères de la digestion pancréatique étant identiques à ceux de l'albuminose produite par le ferment stomacal, la qualité ou les caractères du produit digestif ne pouvaient point indiquer d'où était partie l'action digestive.

Le suc gastrique seul avait-il agi, et étant moins énergique que le fluide du pancréas, avait-il réduit ce dernier à l'inaction; ou bien, le fluide de l'estomac, en perdant ses propriétés, avait-il en même temps diminué l'activité du suc pancréatique? Enfin, chacun des deux ferments avait-il perdu une portion, bien qu'inégale, de sa puissance?

L'albumine ne me donnant pas un moyen commode de résoudre ces questions, j'eus recours à la fibrine.

J'expérimentai : 1° avec un suc gastrique dont 100 grammes étaient capables de digérer 33 grammes ou le tiers de son poids de fibrine humide; 2° avec un suc pancréatique capable de digérer 200 grammes, c'est-à-dire, deux fois son poids du même aliment.

Je m'assurai surtout, par des expériences concomitantes, que cette capacité digestive se conservait dans le liquide pancréatique, même quand on lui ajoutait six fois son volume d'eau, et quelle que fût sa réaction acide neutre ou alcaline.

Alors ayant préparé six digestions pareilles contenant 6 grammes de suc pancréatique et 12 grammes de fibrine, je versai dans chacune des liqueurs une proportion variable de suc gastrique mais qui jamais ne dépassa six fois le volume de celles-ci, et je mis les mélanges ainsi faits pendant dix heures à l'étuve, à + 40° th. c.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| La 1<sup>re</sup> contenait | 1/6 de suc gastrique | (6 suc pancr., | 12 fib., | 1 suc gastr.) | |
| La 2e | — 1/3 | — | (6 — | 12 — 2 | — ) |
| La 3e | — ég. quant. | — | (6 — | 12 — 6 | — ) |
| La 4e | — 3 fois plus. | — | (6 — | 12 — 18 | — ) |
| La 5e | — 4 fois plus. | — | (6 — | 12 — 24 | — ) |
| La 6e | — 6 fois plus. | — | (6 — | 12 — 36 | — ) |

Je fis ensuite l'examen des digestions.

Dans la première, qui contenait le moins de suc gastrique (1/6), le suc pancréatique conserva juste sa capacité digestive, il transforma 2 fois son poids de fibrine, soit 12 grammes.

Dans la dernière, qui contenait le plus de suc gastrique (6 fois), cette capacité normale non-seulement fut abaissée, mais elle fut presque détruite : en effet, loin que la même proportion de fibrine fût digérée, il s'en liquéfia à peine les deux tiers.

Ces expériences, bien qu'elles paraissent arides, doivent cependant, suivant nous, fixer l'attention à un haut degré, car leur conséquence est grave.

Si l'on songe, en effet, que le chien sécrète au plus 50 gr. de suc pancréatique en vingt-quatre heures (16 gram. en huit heures suivant l'estimation de Bidder et Schmidt), tandis que dans le même temps il y a 500 grammes de suc gastrique produit, c'est-à-dire dix fois plus, on se demande ce que deviendrait la digestion duodénale si tout le suc gastrique sécrété pendant une période digestive de l'estomac était subitement versé dans l'intestin?

Or, dans l'état pathologique, il suffit, pour que cela arrive, qu'avant la fin de la digestion gastrique l'estomac exerce une contraction prématurée capable de faire passer son contenu dans le duodénum, et qu'en ce même moment la bile, n'étant pas versée en quantité plus abondante que d'ordinaire, ne

puisse suffire à dépouiller le fluide gastrique de sa puissance. Dans un tel cas on voit que le suc pancréatique est mis alors dans l'impossibilité, si nos expériences sont vraies, de digérer ce qui a échappé à la digestion gastrique et que l'indigestion est assurée.

Mais revenons aux aliments mis en la présence simultanée des deux ferments.

Nous n'eussions atteint qu'à moitié de notre but, si, après avoir déterminé l'affaiblissement digestif du fluide pancréatique, nous n'avions cherché aussi à savoir ce que dans ce conflit le suc gastrique gagne ou perd lui-même en énergie.

L'expérience VI^e^, dans laquelle 6 grammes de liquide pancréatique se trouvaient en présence de 36 grammes de suc gastrique (et de 12 grammes de fibrine), n'avait point été faite sans but: en effet, dans une digestion artificielle normale, 36 grammes de suc gastrique sont justement capables de digérer complétement 12 grammes de fibrine; or, par le fait du mélange avec la liqueur du pancréas, 5gr.75 seulement en furent dissous.

Le résultat est donc bien clair : le suc gastrique lui-même avait perdu une grande partie de son énergie.

Mais il ne pouvait l'avoir perdue en vertu de l'eau que le fluide pancréatique avait ajoutée; car 6 gram. d'eau dans 36 gram. de suc gastrique n'altèrent pas sensiblement la force digestive de ce dernier sur la fibrine. Il ne pouvait pas non plus l'avoir perdue en vertu de l'alcalinité du suc pancréatique; car celle-ci n'avait amoindri que d'une manière à peine sensible la grande acidité du suc fourni par l'estomac.

C'était donc par le fait du ferment pancréatique que l'énergie du suc gastrique avait faibli.

Dans les expériences que je viens de rapporter, les deux

ferments se trouvaient cependant dans les mei
tions pour opérer chacun une bonne digestion
effet, l'un et l'autre, l'aliment avec eux, ils p
gérer avant que de s'entre-détruire; ou tout au
destructive, l'action digestive, pouvaient mar
*remment.*

Je fus curieux d'observer ce que deviendr
ferments digestifs en retirant tout aliment à leur
mettant tous deux seuls en présence, à la te
corps.

Je fis donc six mélanges pareils à ceux du
cédent (à l'exception qu'il n'y eut pas de
laissai six heures à l'étuve et à + 40° th. c..

Puis, et seulement alors, je mis, à la mêm
12 grammes de fibrine dans chacun d'eux,
le résultat de la digestion qu'ils seraient capa
et j'attendis douze heures.

Or, le quatrième (6 gr. panc., 18 gastr.)
(6 gr. panc., 24 gast.), et le sixième (6 gr.
présentèrent une digestion de beaucoup infé
celle que le plus faible des ferments eût opér
l'état d'isolement et de liberté?

En outre, et c'est ce que je cherchais à s
gestion fut de beaucoup inférieure à celles qu
les essais précédents où la fibrine avait été
moment où les ferments avaient été mélangés

Ces nouvelles expériences montrent don

le mélange transforme autant de fibrine que si le liquide du
pancréas eût été seul; l'aspect sirupeux, à flocons flottants
gonflés, de la digestion pancréatique prédomine.

Dès que la quantité de suc gastrique devient supérieure (d
deux ou trois fois par exemple), aussitôt l'aspect de la diges
tion devient laiteux, à sédiment finement pulvérulent, gas
trique, et, par cela même, la quantité de la fibrine digéré
s'abaisse considérablement.

Dès que le suc gastrique prédomine de plus de cinq à six fois
la dissolution de la fibrine tend à s'annuler. Le fait est d'au
tant plus remarquable, que la quantité du suc gastriqu
compense juste alors sa faiblesse relative (puisque s'il est natu
rellement cinq à six fois moins énergique que le suc pancréa
tique, il est cinq à six fois plus abondant).

En un mot, à énergie égale, c'est-à-dire à quantité égale
non d'eau, mais de ferment réel, le suc gastrique détrui
non-seulement l'activité du liquide pancréatique, mai
par ce fait (qui consiste peut-être en une digestion de l
substance albuminoïde constituant la partie essentielle du
suc pancréatique), il use la sienne, et cela bien plus qu'il n
l'eût fait en exerçant cette activité sur la fibrine, c'est-à-dire
par la production de la peptone.

Il est donc une condition absolument nécessaire à l'ac
complissement de l'une comme de l'autre digestion : c'es
qu'elles soient séparées.

Séparés, en effet, les deux ferments se prêtent appui
l'aliment ne leur échappe ni à l'un ni à l'autre.

L'économie a paré à ce conflit par trois moyens : 1° le pylore, qui sépare les deux digestions ; 2° l'acte de la digestion gastrique, qui, en faisant la peptone, détruit la pepsine ; 3° la bile, qui anéantit au passage la force digestive de cette dernière (2).

C'est ici, ce nous semble, le lieu de faire une remarque.

Si l'on envisage superficiellement, c'est-à-dire d'une manière absolue, le suc pancréatique, on lui attribue un énorme pouvoir digestif (100 grammes de ce fluide, en effet, digèrent 200 grammes de fibrine), et l'on est, à ce point de vue, tenté de le regarder comme bien plus important que le suc gastrique.

Mais si l'on examine la question d'une manière plus physiologique, on s'aperçoit vite de la méprise.

L'estomac fournit, en effet, au moins six fois plus (si ce n'est dix) de suc gastrique que le pancréas ne sécrète de son liquide spécial (3). Dès lors la quantité compense le défaut de concentration pour le suc gastrique, tout comme la rareté du

décourager, car on pourrait croire que la pancréatine ne pourra jamais entrer dans le domaine de la médecine pratique ; jusqu'à présent, en effet, j'ai administré la pancréatine sans obtenir aucun résultat, car celle-ci, arrivée dans l'estomac, s'y détruit, comme le font prévoir les expériences précédentes.

Toutefois il ne faut pas désespérer. Dès qu'un artifice permettra de préserver la pancréatine de toute action gastrique, *la fera arriver pure dans le duodénum*, la thérapeutique aura sans doute acquis une arme nouvelle et puissante, et le traitement physiologique des maladies fonctionnelles de la seconde digestion deviendra aussi simple que l'est celui des troubles digestifs de l'estomac par la pepsine.

Que de belles expériences, par exemple, n'y aurait-il pas à faire chez les animaux dont la digestion gastrique est très courte, chez le cheval, entre autres, car la nature ne sépare pas chez lui d'une manière absolue la première et la deuxième digestion.

(2) Ce fait a été démontré par Pappenheim. 1836.

(3) Plus le liquide pancréatique se rapproche du suc gastrique pour la quantité, moins il en diffère par son énergie et *vice versâ*.

liquide pancréatique est réparée par la concentration de son ferment.

On ne sera donc point surpris si nos expériences tendent à démontrer qu'une période de la digestion pancréatique peut fournir exactement la même quantité d'aliment digéré qu'une période de la digestion gastrique.

En sorte que la puissance relative du pancréas et de l'estomac dans la digestion des aliments azotés est à peu près semblable.

Si, pendant une période digestive complète, il y a à peu près autant de pepsine produite dans l'estomac que de pancréatine versée dans le duodénum, et que la quantité d'aliment digéré soit la même dans les deux cas, l'un des ferments n'a, en conséquence, pas de prééminence sur l'autre; leur action est, en somme, égale.

Nous savons ce qui les distingue.

### C. *Action de la bile.*

Les expériences autorisent à répéter ici ce qui, contrairement à une doctrine nouvelle, a été développé à propos de la digestion de l'albumine dans le suc gastrique : 1° la bile ne forme pas un précipité plus fort dans le suc gastrique qui a digéré beaucoup de fibrine, que dans le suc gastrique, qui, n'ayant pas digéré, ne renferme point trace de fibrin-peptone; 2° le précipité persiste : *a*. Quand on anéantit la pepsine; *b*. Quand on remplace entièrement le suc gastrique et le chyme par de l'*eau acidulée*.

Toutefois on n'obtient même pas constamment un précipité par le mélange de la bile avec les liquides digestifs acides.

Si, par exemple, dans un mélange où le précipité s'est formé, on verse un peu trop de bile, le précipité se redissout; il ne se forme pas si on verse d'emblée un excès de bile.

### Tissu cellulaire et gélatine.

Le tissu cellulaire, quoique de forme variée, est un aliment simple et d'une composition uniforme; il se résout, en effet, constamment en gélatine lorsqu'on le traite par une ébullition suffisamment prolongée dans l'eau.

Nous n'avons pas besoin de rappeler ici les différences qui séparent entre eux le tissu gélatigène et la gélatine; il suffit de reconnaître dans le tissu cellulaire un aliment naturel, dans la gélatine un aliment fabriqué ou tout au moins culinaire, pour que cette raison détermine le physiologiste à étudier la digestion gastro-intestinale de chacune de ces substances d'une manière toute distincte : c'est ce que nous allons faire.

### Tissu cellulaire.

Ce tissu forme presque à lui seul certaines parties animales alimentaires: tels sont la peau, les aponévroses, les tendons. Uni au phosphate de chaux, il constitue les os; entourant certaines substances grasses, il forme les couches qui séparent entre eux les parenchymes et les muscles. D'un autre côté, le tissu cellulaire prend part, mais en faible proportion, à la composition de tous les organes et enveloppe leurs éléments les plus ténus: c'est ainsi que les acini glandu-

laires, les tubes nerveux, les fibres et fibrilles musculaires, sont accompagnés de gaînes celluleuses extrêmement minces, c'est-à-dire de substance gélatigène.

Disons en passant que cette diffusion générale du tissu cellulaire n'implique point une abondance réelle, car dans 100 grammes de l'aliment le plus commun, la viande de bœuf, Berzelius et Braconnot ont trouvé pour moyenne 77 grammes d'eau, 23 grammes de parties solides, dont seulement $1^{gr},90$ de tissu gélatigène (1).

Il est donc clair que, pour connaître la *nature* et la *somme* des transformations que le tissu cellulaire est appelé à subir par la digestion, il faut éviter la méthode absolument vicieuse des physiologistes qui se sont contentés de prendre cet aliment dans son état d'immixtion avec toutes les substances hétérogènes (albumine, fibrine, musculine, créatine, etc., etc.) qui composent la viande pour le soumettre à l'étude. Aussi nous agirons différemment, et nous ne ferons porter nos expériences que sur du tissu cellulaire pur en même temps que naturel. Mais comment, sans manipulation chimique, isoler le tissu cellulaire dans les os, les parenchymes, les muscles, ou le séparer de la graisse dans les couches cellulo-adipeuses intermusculaires? C'est impossible.

D'un autre côté, enlever d'une pièce et en quantité suffisante ce tissu aux membranes séreuses, aux aponévroses, etc., est impraticable; mais les tendons, et surtout la peau, peuvent s'isoler facilement et fournir le tissu cellulaire en abondance et presque pur. Aussi ai-je choisi exclusivement, pour toutes mes expérimentations, le tissu cellulaire cutané de la

(1) Pelouze et Fremy, *Cours de chimie générale*, t. III, p. 820.

tête du veau (1), tel qu'il est présenté à l'alimentation au sortir des boucheries; on avait eu soin, pour rendre l'aliment plus perméable, de le hacher finement; de plus, il avait été plongé à plusieurs reprises (pendant douze heures en totalité) dans de l'eau froide, afin que toutes les matières naturellement solubles fussent enlevées et qu'on n'allât pas attribuer à une dissolution digestive l'effet de l'eau pure (2).

### A. — *Action du suc gastrique sur le tissu cellulaire, résultat de cette action.*

100 GRAMMES DE SUC GASTRIQUE SONT CAPABLES DE DISSOUDRE 15 GRAMMES DE TISSU CELLULAIRE EN DIGESTION ARTIFICIELLE A L'ÉTUVE, ET 20 A 30 GRAMMES DANS L'ESTOMAC VIVANT. — C'est un fait déjà bien connu que la dissolution du tissu cellulaire s'opère avec facilité sous l'influence du suc gastrique. Spallanzani avait vu que les oiseaux de proie digèrent rapidement les tendons, les ligaments, et dissolvent même le cuir de bœuf. Plus tard, Burdach remarqua spécialement que « le tissu cellulaire de la viande est ce qui dissout d'abord, les fibres de celle-ci se séparent les unes des autres... » Mais ce serait une erreur de croire que dans la viande c'est le tissu cellulaire lui seul qui

(1) De cette façon, toutes ces expériences sont comparables entre elles, et chacun peut les répéter en se mettant tout à fait dans les mêmes conditions que moi.

(2) Disons encore que : 1° le tissu cellulaire confié à la digestion, 2° le résidu constitué par la partie de ce tissu échappée à l'action digestive, ont toujours été *évalués* à l'état sec. L'eau entre pour un tel poids dans la constitution de cet aliment, que ce dernier pourrait perdre dans l'estomac ou l'intestin 70 pour 100 de son poids primitif, par le fait de l'absorption de l'eau, sans qu'une seule parcelle solide ait été digérée. Nous avons dit ailleurs que ces précautions et une foule d'autres sont indispensables pour l'étude de tous les aliments sans exception ; si nous y revenons, c'est que leur utilité n'est égalée que par la négligence dans laquelle on les tient en France.

se dissout par l'influence gastrique (1). Toutefois examinons expérimentalement les diverses questions qu'on peut se poser au sujet de l'aliment qui nous occupe.

En quelle quantité approximative, par exemple, le tissu cellulaire est digestible dans le suc gastrique?

J'ai fait à ce sujet deux sortes d'expériences.

1° Dans les unes, le tissu cellulaire et le suc gastrique normal de chien étaient placés en digestion artificielle pendant douze heures à l'étuve (à + 40° therm. centigr.); dans ce cas, lorsque pour 100 grammes de suc gastrique j'avais mis 15 grammes de tissu cellulaire cutané humide (valant 4gr,50 à l'état sec), il y avait désorganisation et dissolution complètes de l'aliment.

On remarquera que cette quantité de tissu cellulaire correspond environ à celle qui est contenue dans 1/2 livre de viande.

Au contraire, si je mettais plus de 15 grammes de tissu cellulaire pour la même quantité de suc gastrique, la digestion n'était plus générale, il semblait que la proportion physiologique fût dépassée.

D'autres expériences corroborèrent le résultat précédemment obtenu; celles-ci furent faites sur des chiens vivants.

Un chien vigoureux, pesant environ 20 kilogrammes, reçut dans l'estomac 65 grammes de tissu cellulaire humide (valant 18 grammes à l'état sec); douze heures après, la digestion fut examinée.

L'estomac étant ouvert, tout ce qui se trouvait dans l'organe (aucune partie solide n'avait pu en sortir à cause des ligatures) fut jeté sur un filtre afin de séparer la partie qui

(1) *Leçons de physiologie* citées.

n'avait pas été dissoute. Elle s'éleva, à l'état sec, à 7gr,40 seulement. Celle qui avait été digérée complétement fut reconnue équivaloir à 10gr,60.

Ainsi, sur 18 grammes de tissu gélatigène, presque 11 grammes avaient été dissous par l'estomac.

D'autres essais, faits dans les mêmes conditions, donnèrent à peu près les mêmes résultats.

Bien que la nature et les phénomènes de la digestion du tissu cellulaire soient exactement les mêmes, lorsque cet aliment est mis à l'étuve avec le suc gastrique naturel, la quantité de substance dissoute est néanmoins toujours inférieure.

Nous aurons ailleurs à discuter la part que la température constamment égale, les mouvements incessants de l'estomac, etc., prennent dans la supériorité bien constatée de la digestion dans l'estomac même.

Dans les expériences que nous venons de rapporter, on a reconnu que si certaine proportion relative de l'aliment avec le suc gastrique avait été respectée, non-seulement le tissu cellulaire se trouvait dissous, mais réellement digéré; il avait subi, en effet, une transformation dans ses propriétés, et avait acquis le caractère des peptones.

Plus d'une circonstance partant, soit du tissu cellulaire employé, soit de l'animal mis en expérience, peut néanmoins faire varier le résultat.

C'est ainsi que la texture spongieuse ou serrée du tissu cellulaire exerce une influence. Plus, en effet, le tissu cellulaire est lâche, mieux il est attaqué par la digestion; plus, au contraire, il est serré, moins bien il subit les opérations gastro-intestinales; et cela par une raison simple, c'est qu'en ce dernier état il est réellement beaucoup moins perméable

au suc digestif. De sorte que le tissu cellulaire interstitiel des muscles et des parenchymes est bien plus facile à digérer que la peau, et surtout que les aponévroses et les tendons; un morceau de ces derniers tissus pris en entier est également plus difficile à digérer que s'il est préalablement divisé.

D'un autre côté, l'observation montre que lorsque l'animal a souffert, la production de suc gastrique est moindre, la qualité de celui-ci mauvaise; d'où il suit que le produit de la digestion est moins abondant et moins parfait que dans l'état de santé. Il n'y a pas jusqu'à une souffrance morale qui n'exerce une influence fâcheuse : ainsi tel animal qu'on maîtrise par les menaces ou les coups, tel autre qui arrive au laboratoire inquiet ou soucieux de sa captivité, est, par ce fait, un sujet infidèle pour les expériences physiologiques.

Mais ces derniers animaux ne sont pas inutiles, car ils son propres à convaincre que les mêmes causes exercent également la même influence sur le suc gastrique et du chien et de l'homme. C'est un grand avantage de pouvoir, par la vivisection, chez l'animal, apprécier *de visu* les altérations des sucs digestifs, qui se trouvent au contraire toujours cachées à nos investigations directes chez les dyspeptiques.

Nous avons dit plus haut que le tissu cellulaire complètement digéré a subi une transformation; il faut en apporter les preuves. Si cette transformation a été niée (1), c'est grâce à quelques ambiguïtés, mais des expériences très simples peuvent éclairer cette question.

Les précautions suivantes sont nécessaires à prendre :

Il faut éviter de mettre dans l'estomac un excès de tissu

(1) *Leçons de physiologie* citées, 1856.

cellulaire, car la digestion se trouverait nécessairement imparfaite, et dès lors les caractères de la gélatin-peptone seraient altérés par le mélange de cette peptone avec d'autres matériaux incomplétement digérés, quoique dissous, tels que la gélatine, etc.

En expérimentant sur des chiens de 15 à 20 kilogrammes, il est sage de ne pas introduire dans l'estomac plus de 20 à 40 grammes de tissu cellulaire non desséché, quantité correspondante à celle qui est contenue dans plus d'une livre de viande.

Il faut sans hésitation, lorsque après l'expérience on sacrifie l'animal, tenir celle-ci comme non avenue, si l'estomac renferme un liquide muqueux ou mousseux, neutre ou peu acide, et si la quantité de suc gastrique versé dans le ventricule se trouve inférieure à 100 centimètres cubes; car, dans ce cas, on a la certitude que, soit par le fait de l'animal, soit par celui des circonstances de l'expérimentation, la sécrétion du suc gastrique a été entravée ou altérée, et dès lors il est impossible d'accorder aucune confiance au résultat de la digestion.

J'ajouterai encore que, pour analyser sainement les phénomènes de la transformation du tissu cellulaire, il est sage de ne faire sur un animal qu'une seule expérience, soit dans l'estomac, soit dans le duodénum (1).

(1) Le procédé opératoire qu'on a suivi pour éviter toute blessure à l'estomac, tout trouble dans sa sécrétion, est le suivant : Le pylore est reconnu en promenant le doigt dans la région pylorique (avec quelque habitude, on arrive à reconnaître très facilement l'anneau du pylore à son relief extérieur) ; l'anse toute voisine du duodénum est attirée hors de la plaie abdominale, mais dans une faible longueur ; on passe une sonde cannelée sous cette anse, afin que celle-ci ne puisse rentrer dans l'abdomen. Une ouverture de 1 centimètre est faite au duodénum tout près du pylore. La douille émoussée d'un entonnoir y est introduite et dirigée à travers l'anneau pylorique dans l'estomac. Dès lors,

Le tissu cellulaire gélatigène ne se dissout pas seulement dans le suc gastrique, il s'y transforme en gélatin-peptone. — Si l'on prend un chien du poids de 15 à 20 kilogrammes, à jeun depuis quinze à vingt heures, qu'on introduise directement, suivant le procédé convenable, 20 grammes de tissu cellulaire dans son estomac, et qu'on examine la digestion douze heures après, on observe que le tissu a été entièrement désorganisé; si, à la température de + 40 degrés centigr., on passe tout le contenu de l'estomac, on reconnaît qu'il y a eu plus que désorganisation, mais dissolution presque complète de l'aliment, car il reste fort peu de chose sur le filtre.

Enfin, on voit que la matière dissoute qui a filtré se distingue tout de suite de la gélatine en ce qu'elle ne se prend point en gelée quand, de + 40 degrés centigr., on la laisse refroidir en repos à + 10 degrés centigr.

Il n'y a pas à formuler cette objection spécieuse : que si l'on ne trouve pas dans la liqueur gastrique les caractères de l'aliment, c'est qu'il n'y est plus et a déjà été *absorbé* en totalité sans avoir subi aucune autre modification que la dissolution.

En effet, quel que soit l'aliment, albumine, tissu cellu-

par la voie de l'entonnoir, on refoule l'aliment dans le ventricule sans avoir à redouter à chaque pression aucune violence contre la muqueuse gastrique. L'aliment introduit, un fil passé sur la sonde cannelée embrasse le duodénum, étreint ce dernier (juste au-dessous du pylore) aussitôt que l'entonnoir est enlevé, puis une seconde ligature est faite au-dessous de la plaie du duodénum; celle-ci est essuyée, puis on fait une suture aux parois abdominales.

Dans mes vivisections, grâce à ces précautions et à quelque rapidité de manœuvre, la sécrétion de l'estomac produisait habituellement de 150 à 250 cent. cubes de suc gastrique énergique. Si je n'ai pas employé le procédé plus inoffensif de la sonde œsophagienne, c'est que, pour introduire des aliments qui doivent être solides, il m'a paru, après plusieurs essais, impraticable.

laire, etc., dont la digestion était expérimentée, on a toujours eu soin de dessécher des échantillons de la liqueur contenue dans l'estomac et filtrée; or, on a constaté que le poids des matières solides régulièrement existantes dans le suc gastrique pur s'était, dans ces expériences de digestions, constamment accru de la quantité souvent considérable (5 grammes pour 100 au minimum) de l'aliment transformé en peptone et non encore absorbé.

Si, au lieu de faire l'expérience dans l'estomac vivant, on la répète dans un bocal mis à l'étuve, en ayant soin de ne pas mettre plus de 10 grammes de tissu cellulaire pour 100 grammes de suc gastrique, parce que la digestion à l'étuve est toujours plus difficile que dans l'estomac, on obtient le même résultat. Le produit digéré ne précipite pas le bichlorure de platine et ne se prend pas en gelée par le refroidissement.

Toujours on peut formuler la proposition suivante :

Le tissu cellulaire, lorsqu'il a subi une élaboration digestive complète, est transformé en une substance dont les caractères se rapprochent tout à fait de ceux du genre albuminose ou peptone, qui ne précipite, en effet, ni par la chaleur, ni par les acides, ni par les alcalis, et masque puissamment le sucre à la réaction cupro-potassique. Cette substance est fidèlement dénommée gélatin-peptone, parce qu'elle est la peptone provenant de tissu gélatigène ou cellulaire.

Nous verrons d'ailleurs plus loin que la gélatine elle-même devient gélatin-peptone après avoir subi l'action digestive de l'estomac, tant il est vrai qu'on a eu bien tort de chercher à faire envisager la gélatine comme le produit régulier et définitif de la digestion gastrique (1).

(1) Autrefois Hewson, Fourcroy, Parmentier et Deyeux, avaient aussi confondu l'osmazôme avec la gélatine.

Mais l'expérience suivante, qui a servi à étayer cette dernière opinion, est loin d'être rigoureuse et convaincante :

« En prenant les matières animales contenues dans l'estomac d'un chien en digestion, de la viande crue ou de la viande cuite, les humectant avec de l'eau et jetant le tout sur un filtre, on recueille un liquide clair, transparent, se prenant en gelée par le refroidissement... (1). »

Or, comment l'auteur ne s'occupe-t-il pas de savoir :

1° Si, lorsqu'il a pris dans l'estomac les matières provenant de la viande crue, la digestion était terminée.... ou seulement en train..., dernier cas où la gélatine ne serait l'expression que d'une digestion imparfaite?

2° Si, lorsqu'il a pris dans l'estomac les matières provenant de la viande cuite, ce n'était pas cette viande même qui avait apporté la gélatine qu'elle contient naturellement?

Pour prouver que l'estomac produit de la gélatine, n'était-il pas prudent de n'en point introduire de toute faite?

Ce qu'il eût fallu démontrer, c'est non pas qu'on peut rencontrer de la gélatine dans l'estomac, la chose est évidente; mais que cette gélatine n'avait pas été apportée toute faite par l'aliment, et que si elle avait fait son apparition dans l'estomac, c'était comme fruit stable et terminal d'une digestion gastrique parfaitement achevée.

Or, la gélatine s'est toujours montrée à nous comme produit de l'indigestion ou d'une digestion inachevée de la substance gélatigène. Voyons ce qui arrive quand on altère la constitution du suc gastrique.

Si l'une ou l'autre des parties du suc gastrique (pepsine, acide) est anéantie, aussitôt toute *transformation* digestive cesse.

(1) *Leçons de physiologie* citées, 1850, p. 417.

Qu'on prenne 10 grammes de tissu cellulaire, qu'on les mette à l'étuve dans 10 fois ce poids de suc gastrique *privé d'acide par une exacte saturation à l'aide de la chaux*, ils y demeurent intacts, sans trace de dissolution ; le suc gastrique, réduit à la pepsine neutre, est incapable d'action digestive ou même dissolvante.

Si, au lieu d'anéantir l'acide, on détruit préalablement toute action digestive de la part de la pepsine par l'ébullition (fait d'ailleurs connu depuis longtemps), et que ce suc gastrique altéré, *mais acide*, soit mis dans les mêmes proportions avec le tissu cellulaire (100 grammes pour 10 grammes), ce dernier se dissout, mais après douze heures on ne trouve que de la gélatine. Celle-ci est bien reconnaissable, car, même dans ce milieu acide, elle se prend spontanément en gelée par le refroidissement et précipite par le sel platinique.

La différence est grande si l'on fait la même digestion de tissu cellulaire (10 grammes) avec un suc gastrique (100 grammes) *reconnu* (1) *normal*, c'est-à-dire inaltéré et complet. Après un séjour de douze heures à l'étuve, l'aliment est au contraire dissous sans qu'il y ait apparence de gélatine ; la substance qui se forme ne se prend nullement en gelée par le refroidissement.

Prenez alors cette substance reconnue incapable de gélatinification, étendez-la d'eau, comme le veut l'auteur cité plus haut, ou bien saturez l'acidité de la liqueur par de l'ammoniaque, de la potasse, de la chaux, jamais la gélatine n'apparaîtra, car elle est absente, et elle est absente parce que la digestion a été complète ; la gélatine a disparu, elle a fait place à l'un de ses dérivés, la gélatin-peptone. Nous

(1) A l'aide d'une digestion artificielle sur de la fibrine.

aurons à compléter cette réfutation au moment où nous parlerons de la digestion de la gélatine elle-même. Nous verrons, en effet, cette substance, non pas *masquée*, comme on le soutient, par l'acidité gastrique, mais *modifiée* définitivement.

En effet, la digestion enlève aussi d'une manière complète à la gélatine deux de ses propriétés caractéristiques.

On remarquera que la disparition de quelques-unes des propriétés des aliments par la digestion est commune à tous ceux-ci, et forme le caractère propre de l'action digestive. C'est ainsi, par exemple, que l'albumine régulièrement digérée par le suc gastrique perd, d'une manière définitive, la propriété de précipiter par l'acide nitrique, la chaleur, etc.

### B. — *Action de la bile.*

La bile se comporte vis-à-vis du tissu cellulaire digéré (gélatin-peptone) comme vis-à-vis des autres albuminoses.

### C. — *Action du suc pancréatique.*

Au sortir de l'estomac, le tissu cellulaire peut être encore intact ou avoir été complétement digéré sous la forme de peptone. Nous avons donc à étudier dans le duodénum l'action du suc pancréatique dans les deux cas. Il peut aussi arriver que le tissu cellulaire reçu dans l'estomac y ait été déjà dissous, mais non digéré, et qu'il soit encore à l'état de gélatine lors de son passage dans l'intestin; plus loin nous étudierons la digestion de cette gélatine.

#### 1° *Action du suc pancréatique sur le tissu cellulaire non digéré par le suc gastrique.*

Est-il vrai que le tissu cellulaire soit absolument insoluble dans le suc pancréatique, ou, au contraire, y est-il digestible?

Voici quelques expériences parmi celles que nous avons faites pour résoudre cette question. Une quantité de tissu cellulaire égale à 60 grammes à l'état humide (16gr,50 à l'état sec) fut confiée à la digestion duodénale chez un chien vivant. Après douze heures on examina la digestion.

Toutes les matières solides contenues dans le duodénum, et qui, séchées, devaient, si la digestion n'avait pas eu lieu, représenter au moins les 16gr,50 introduits, furent prises, filtrées, séchées, puis mises sur la balance; mais elles ne pesaient plus que 10gr,60.

Pendant cette digestion expérimentale, 6 grammes de tissu cellulaire avaient donc été dissous dans l'intestin, ce qui correspond environ au tissu cellulaire de 300 grammes de viande.

Une série d'expériences donnèrent des résultats analogues.

On peut constater que lorsque la ligature du canal cholédoque avait empêché la bile d'exercer aucune influence, les résultats avaient été semblables; de telle sorte qu'on ne saurait attribuer la digestion à l'action de la bile. Il fut facile d'établir que le suc pancréatique seul, et sans aucun mélange du fluide propre au duodénum, est le principal agent de la digestion.

En effet, ayant pratiqué hors de l'intestin, dans des bocaux mis à l'étuve, un certain nombre de digestions avec du liquide pancréatique ou de la pancréatine pure de tout contact avec le duodénum, le tissu cellulaire continua à être digéré dans une certaine proportion.

Ces dernières expériences nous conduisirent à évaluer que LA PANCRÉATINE EXTRAITE D'UN PANCRÉAS OU L'INFUSION D'UN PANCRÉAS ENTIER DE CHIEN PEUVENT DISSOUDRE 2 A 3 GRAMMES DE TISSU CELLULAIRE ÉVALUÉ SEC.

On remarquera que, dans toutes les expériences, le tissu cellulaire fut dissous et digéré dans l'intestin ou à l'étuve par le suc pancréatique sans avoir subi de préparation de la part de l'estomac ni aucune autre. Si l'on se reporte également aux expériences dans lesquelles la musculine, la caséine, la fibrine, etc., mises à l'état cru dans le duodénum, y furent digérées en abondance, on reconnaîtra que, loin qu'une préparation des aliments analogue à celle de l'estomac soit la condition *sine quâ non* de leur digestion par le suc pancréatique, ce dernier est, au contraire, placé pour agir et digérer quand l'estomac manque précisément de remplir sa fonction habituelle.

J'ai constaté, dans les expériences faites dans le duodénum, que ce n'est point à la faveur d'une acidité que le tissu cellulaire se dissout, car la digestion eut lieu également bien que le liquide duodénal fût alcalin ou neutre. J'ai pu obtenir par les expériences de digestion artificielle une démonstration plus convaincante, car j'observai des résultats sensiblement pareils, bien que j'eusse donné une réaction alcaline ou neutre à la solution pancréatique.

Le suc pancréatique peut digérer *par lui seul* tous les aliments azotés. Je ne comprends pas comment on a pu faire du mélange de tous les fluides digestifs une sorte d'agent nouveau, mystérieux. Cette manière de voir ne repose d'ailleurs sur aucun fait.

Lorsque la digestion est régulièrement opérée dans le duodénum à l'aide du suc pancréatique naturellement sécrété, ou lorsqu'elle est faite à l'étuve à l'aide de la pancréatine, ce n'est pas en gélatine que le tissu cellulaire est transformé.

En effet, le liquide, quelle que soit sa réaction, ne se prend nullement en gelée par le refroidissement.

Il faut donc admettre, ou que, si le tissu cellulaire a passé d'abord par l'état de gélatine, cette dernière a bien vite été modifiée, ou bien que le tissu cellulaire, sous l'influence du suc pancréatique, a formé directement une substance nouvelle.

Nous renvoyons, pour l'examen de cette substance, à l'endroit où nous étudierons la digestion pancréatique de la gélatine.

2° *Action du suc pancréatique sur la gélatin-peptone, ou tissu cellulaire digéré par le suc gastrique.*

C'est aussi à propos de la gélatine que nous nous arrêterons sur cette action, car la peptone qui vient de la gélatine est en tout semblable à celle qui vient du tissu cellulaire digéré.

Pour résumer toute cette étude, disons que :

Considérée dans leur nature, c'est-à-dire dans l'acception la plus importante et la plus élevée, la digestion gastrique et la digestion pancréatique du tissu cellulaire sont identiques; toutefois l'intestin (vu l'énergie de la digestion gastrique sur le tissu qui, dans la viande, enveloppe la musculine) n'est que rarement appelé à exercer son action, action toute prête néanmoins à suppléer dans une certaine proportion à celle de l'estomac, quand celle-ci vient à faire défaut.

Connaissant les phénomènes de la digestion du tissu cellulaire, nous devons étudier maintenant un produit qui, dérivant directement de ce dernier, se rencontre fréquemment dans les préparations culinaires : je veux parler de la gélatine elle-même.

**Gélatine.**

Bien que la transformation digestive du tissu cellulaire dans l'estomac soit une chose très importante, il ne faudrait pas croire qu'une transformation incomplète, et même une simple dissolution de cet aliment dans le ventricule, soit purement inutile.

D'une part, si l'on considère que le tissu cellulaire forme une enveloppe serrée aux éléments les plus ténus de nos aliments journaliers, que ces enveloppes, quelque minces, quelque microscopiques qu'elles soient, sont autant d'obstacles à la perméabilité des aliments aux sucs digestifs; si l'on songe, d'autre part, à la disposition, au calibre restreint du duodénum, au court séjour du suc pancréatique dans cet organe, dès lors à la rapidité avec laquelle ce fluide doit agir; si l'on se rappelle, enfin, que la division des aliments est la meilleure des conditions pour amener leur rapide digestion, on concevra facilement que la nature ou notre industrie nous aient fourni de nombreux moyens de dissoudre le tissu cellulaire, et d'anéantir par cette dissolution cet obstacle présent partout.

C'est ainsi que, confié à un suc gastrique vicié (sans pepsine et seulement acide), ou, ce qui est encore bien plus simple, traité à froid par les acides, ou à chaud seulement par l'eau pure, le tissu cellulaire passe facilement à l'état de dissolution et de gélatine.

Comme l'albumine, comme la caséine solubles, la gélatine est un aliment brut; mais tandis que l'albumine, la caséine, sont des aliments naturels, la gélatine, au contraire, est presque toujours un produit artificiel (1).

(1) Bischoff a signalé que la gélatine est le seul aliment qui donne de l'urée sans

Aussi, que de variétés dans cet aliment, lorsqu'il est le résultat d'une simple préparation culinaire, et plus encore lorsqu'il est fabriqué par l'industrie à l'aide d'agents chimiques violents, au moyen de substances animales altérées.

Peut-on appeler de ce nom d'aliment, et expérimenter comme tel des rognures de peaux, de cornes, de sabots, conservées dans la chaux, traitées par l'eau bouillante, puis clarifiées par l'alun, et qu'on nomme colle-forte? Doit-on même faire porter l'exploration physiologique sur la gélatine ou l'osséine extraite des os par des acides énergiques?

A-t-on certainement affaire, dans ces cas, à une substance alimentaire? N'est-ce pas plutôt une préparation chimique, quelque pure qu'elle soit?

Comment étudier scientifiquement les changements de propriétés que, sous l'influence de la digestion, subit la gélatine, alors qu'on trouve sous un même nom des substances tellement variables, que si l'on prend les six espèces de gélatine fournies par le commerce, on trouve à chacune une réaction, un pouvoir gélatinifiant, des caractères chimiques différents (1)?

Quels empêchements encore ne trouve-t-on pas pour l'étude, alors que la gélatine, même pure, est tellement alté-

avoir servi à constituer quelque partie intégrante de l'économie. (*De l'urée considérée comme mesure des transformations moléculaires*, etc., *Archives générales de médecine*, septembre 1854.)

(1) Chacune de ces gélatines est différente : l'une forme un coagulum avec les sels de plomb, l'autre n'en fait rien; celle-ci précipite en masse par les sels de platine, celle-là reste insensible au réactif; telle reste inaltérée par les sels d'alumine, telle autre forme avec eux un abondant précipité. Enfin, dans 100 grammes d'eau, il faudra 8 grammes de l'une, 6 grammes de l'autre, 4 grammes d'une troisième, pour qu'il se forme une gelée par le refroidissement.

C'est un dédale qui donne prise à toutes les ambiguïtés.

rable, qu'elle peut fournir par la simple ébullition dans l'eau de l'acide lactique (probablement en passant par l'état de sucre ou glycocolle), etc., et varier à chaque heure dans son pouvoir gélatinifiant.

De toutes ces observations, il résulte que si l'on veut faire sur la digestion des expériences comparables et exactes, il faut employer une espèce unique de gélatine douée d'un pouvoir gélatinifiant et de caractères fixes.

Or, aucune des précautions qu'il faut prendre pour atteindre ce but ne paraît avoir été observée, quand on s'est occupé de la digestion de ce produit. En conséquence, on me saura peut-être gré d'exposer les règles que j'ai suivies.

1° J'ai repoussé les variétés de gélatine du commerce qui, bien qu'étant estimées pour certains usages domestiques, sont absolument impures et *acides au tournesol.*

Je ne me suis servi que de l'espèce appelée ichthyocolle, formée uniquement par l'action de l'eau bouillante sur le tissu cellulaire qui compose presque à lui seul la membrane interne de la vessie aérienne de certains poissons.

C'est la gélatine chimiquement la plus pure, ou mieux la seule pure.

2° Comme cette gélatine est hygrométrique, lorsque je l'expérimentais à l'état solide, j'appréciais toujours *peu de temps avant l'expérience* son poids réel par la dessiccation, car sans cela, après la vivisection, je me serais assurément trompé sur la quantité de gélatine digérée.

Comme on peut, par des opérations irrégulières, altérer son pouvoir gélatinifiant, dont il importe de connaître, avant et après la digestion, le degré précis, j'agissais de la manière suivante quand j'expérimentais sur cette substance à l'état de dissolution :

Je prenais 500 grammes d'ichthyocolle divisée en très petits morceaux que je mettais pendant une durée de quarante-huit heures dans 1000 grammes d'eau à la température ambiante (+ 12° centigr. environ) ; après ce temps la gélatine, déjà très gonflée, était malaxée, puis portée pendant dix minutes seulement à l'ébullition ; elle était alors aussitôt filtrée sur un morceau de gaze. Je desséchais un échantillon de la liqueur (solidifiée par le refroidissement) pour savoir combien elle contenait en réalité de gélatine sèche. Mais toute la matière était jetée comme déjà altérée, si 3 grammes de cette gélatine réelle, en dissolution dans 100 grammes d'eau pure à + 100° centigrades, ne se prenaient pas en gelée lorsqu'on ramenait pendant six heures la liqueur à + 10° centigrades.

Cette gélatine dissoute (3 pour 100) présente toujours les caractères suivants qui peuvent servir de terme de comparaison avec ceux qu'on lui trouve après qu'elle a subi l'action digestive : elle se prend en gelée par le refroidissement, précipite par le bichlorure de platine (même acide), l'alcool anhydre, la noix de galle ; se trouble légèrement par le sulfate d'alumine, et ne précipite ni par la chaleur, ni par l'acide nitrique, ni par la potasse, ni par l'acétate de plomb neutre.

Nous avons actuellement à nous demander si cette gélatine se dissout dans l'estomac comme dans l'eau pure ; ou bien si, digérée, elle perd quelqu'une de ses propriétés fondamentales.

### A. — *Action du suc gastrique, résultat de cette action.*

En quelle quantité la gélatine se dissout-elle dans le suc gastrique ? A cette question, toutes nos expériences nous

permettent de répondre d'une manière très catégorique. À LA TEMPÉRATURE DU CORPS, LA GÉLATINE SE DISSOUT PRESQUE EN TOUTES PROPORTIONS DANS LE SUC GASTRIQUE.

Mais, nous le savons, dissolution n'est pas digestion. Quelle modification le suc gastrique fait-il subir à la gélatine? LE SUC GASTRIQUE DÉTRUIT DÉFINITIVEMENT DANS LA GÉLATINE LA PROPRIÉTÉ DE SE PRENDRE EN GELÉE PAR LE REFROIDISSEMENT ; LE PRODUIT DE CETTE DIGESTION EST UNE ALBUMINOSE OU PEPTONE.

Déjà Tiedemann et Gmelin avaient indiqué que la gélatine perd, par l'action du suc gastrique, la propriété de se prendre en gelée par le refroidissement. Cet effet, d'ailleurs peu contesté, est contraire à une théorie nouvellement émise et que j'ai précédemment combattue.

Mais l'auteur a évité la difficulté en assurant que la propriété de se prendre en gelée par le refroidissement n'était que masquée par l'influence digestive. Nous avons montré comment l'unique expérience sur laquelle on s'appuie laisse supposer que la gélatine a pu provenir de la viande cuite, laquelle en contient naturellement, ou d'une digestion incomplète, mais ne démontre nullement que la gélatine trouvée provenait d'une digestion complète et terminée du tissu cellulaire.

Complétons notre examen antérieur. Exposons : 1° l'idée ; 2° l'expérience de l'auteur.

1° La gélatine existe dans l'estomac après la digestion du tissu cellulaire ; elle y existe... mais sa propriété caractéristique est masquée par l'acidité du suc gastrique ; il suffit, en effet, de diminuer l'acidité de celui-ci par de l'eau pour la démasquer et la faire reparaître avec sa propriété caractéristique : celle de se prendre en gelée par le refroidissement.

2° Cette doctrine est fondée sur l'expérience suivante : On met de la viande crue ou cuite dans l'estomac d'un chien,

puis on recueille le liquide chymeux filtré ; on constate que ce dernier ne se prend pas en gelée. Alors on ajoute de l'eau, et..., dit-on, le liquide se prend en gelée par le refroidissement. « Cet effet a lieu parce qu'on diminue l'acidité » au moyen de l'eau (1).

Laissons l'idée pour l'examen du fait.

Cette expérience nous laisse un grand doute.

On ne comprend pas comment, dans un mélange liquide d'acide et de gélatine en proportion telle que cette dernière ne se puisse prendre en gelée par le refroidissement, l'eau ait jamais pu rompre la proportion fâcheuse (2).

Toujours est-il que j'ai essayé mille fois de répéter cette expérience, sans jamais obtenir le résultat énoncé.

Si j'ajoutais de l'eau, l'acide était bien étendu, dilué, mais la gélatine était étendue, diluée d'autant, et la proportion persistait invinciblement.

Entre autres expériences que j'ai faites, je communiquerai les suivantes :

Étant pris un chien vivant, du poids de 18 kilogram.; nous avons mis 15 grammes (évalués secs) de gélatine pure et solide dans son estomac, et douze heures après la digestion fut examinée.

Toute la gélatine s'était entièrement fondue dans 200 centimètres cubes de suc gastrique acide, secrété pendant l'expérience.

(1) Cl. Bernard, *Leçons de physiologie*, t. II, p. 417.

(2) Je ne puis croire qu'on ait pris dans l'estomac un liquide chaud, contenant de la gélatine spontanément coagulable, et par conséquent absolument indigérée, et qu'ayant ajouté (par mégarde) de l'eau froide, la coagulation ait eu lieu par le fait de l'abaissement de température sans que l'acidité y soit pour rien ; mais il est difficile de supposer l'existence de cette méprise.

Je constatai, sur un échantillon de cette liqueur digestive, qu'elle ne se prenait pas spontanément en gelée par le refroidissement.

Puis à d'autres échantillons encore chauds, j'ajoutai de l'eau à + 40° centigrades dans la proportion de $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, et je reconnus qu'ils restaient également réfractaires à la formation d'une gelée.

J'ai complété l'expérience, j'ai pris d'autres échantillons encore. L'un fut exactement saturé par la chaux, en sorte que la liqueur était absolument neutre... Celle-ci ne se prit pas en gelée par le refroidissement; un autre fut exactement saturé par de l'ammoniaque, un autre par de la potasse; dans aucun cas il n'y eut gélatinification (1).

Les mêmes expériences furent reprises en faisant les digestions à l'étuve avec du suc gastrique naturel, sans que le résultat fût changé.

Ce qu'il faut, donc, bien reconnaître, c'est que, si la gélatine ne se manifeste plus après la digestion dans le suc gastrique, c'est qu'elle n'y est plus, étant devenue gélatin-peptone.

En d'autres termes, la digestion gastrique détruit définitivement dans la gélatine la propriété de se prendre en gelée par le refroidissement. Ce phénomène est du même ordre que celui par lequel la digestion gastrique enlève à l'albumine, en la faisant peptone, la propriété de précipiter par les acides, à la musculine celle de précipiter par le chlorure de sodium, etc.

(1) Le fait de l'addition de la chaux, de la potasse ou de l'ammoniaque, avait donné naissance à une certaine quantité de sels (lactates ou chlorhydrates). J'ai dû prévoir l'objection qu'on aurait pu faire en disant que ce n'était plus l'acide, mais désormais le sel, qui empêchait la formation de la gelée. Or, je me suis parfaitement assuré que la quantité présente de ces sels n'empêche en aucune façon la gélatine (quand elle existe) de se prendre en gelée.

La propriété de précipiter par le chlore en filaments tenaces est aussi perdue par la gélatine, suivant Tiedemann et Gmelin, après la digestion.

J'ajouterai que mes expériences m'ont permis de constater que la gélatine précipite abondamment par le bichlorure de platine avant la digestion et n'en fait plus rien après elle (même si l'on a soin de neutraliser exactement l'acidité du chyme).

Tels sont les caractères tranchés qui distinguent la gélatine (non digérée) et la gélatin-peptone.

Toutefois il est des conditions dans lesquelles les choses se comportent d'une manière absolument différente. Il suffit pour cela que la digestion soit imparfaite, à cause d'un excès d'aliment ou d'un affaiblissement trop grand du suc gastrique.

En effet, dès que la quantité de 10 grammes de gélatine (pour 100 grammes de suc gastrique) est dépassée, celle-ci peut n'être transformée qu'en partie, le reste est seulement dissous sous forme de gélatine, ce qui altère d'autant les caractères de la gélatin-peptone. Il en est de même quand la digestion n'a pas été assez prolongée, ou quand le suc gastrique se trouve altéré, après ou pendant la sécrétion. C'est ainsi qu'après une de ces digestions imparfaites on peut avoir un précipité par le bichlorure de platine, et même formation de gelée par le refroidissement, réactions dues à l'intervention de la gélatine.

On sait également que lorsqu'on opère la digestion de la fibrine, si l'on met, soit dans l'étuve, soit dans l'estomac vivant, une quantité trop grande de cette substance, ou bien si le suc gastrique est trop peu abondant, neutre, si le temps de la digestion a été trop court, au lieu de recueillir

de la véritable peptone ou albuminose, c'est-à-dire un produit parfait de digestion, il se mêle au chyle une substance moins élaborée, coagulable (à la manière de l'albumine) par la chaleur.

L'abondance de cette substance, comme celle de la gélatine, mesure l'imperfection de la digestion.

### B. — *Action du liquide pancréatique*

1° *Action du suc pancréatique sur la gélatine non digérée par le suc gastrique.* LA GÉLATINE PERD, SOUS L'ACTION DIGESTIVE DU SUC PANCRÉATIQUE, LA PROPRIÉTÉ DE SE PRENDRE EN GELÉE PAR LE REFROIDISSEMENT ET DE PRÉCIPITER PAR LE BICHLORURE DE PLATINE, DE LA MÊME FAÇON QU'ELLE LES PERD SOUS L'INFLUENCE OU SUC GASTRIQUE EN SE TRANSFORMANT EN PEPTONE.

Nous avons vu que, par le fait d'une imperfection dans l'acte digestif gastrique, la gélatine pouvait passer inaltérée dans le duodénum; il est donc important de chercher à savoir ce qu'elle devient dans l'intestin.

Dans une expérience, chez un chien vivant, nous avons introduit dans le duodénum, lié aux deux bouts et préalablement lavé (1), 12 grammes de gélatine pure évaluée sèche. Douze heures après l'animal fut sacrifié : le contenu de l'intestin ne présentait plus aucun morceau de gélatine reconnaissable; un liquide sirupeux la remplaçait. Il fut mis sur le filtre, mais ce dernier ne retint que 3 grammes de gélatine solide, sèche, représentant ce qui, sur les 12 grammes, avait échappé à la digestion. Le liquide fut reconnu pour de la gélatine digérée, ou gélatin-peptone, et présenta aux réactifs les caractères suivants. Le tableau ci-dessous les expose com-

(1) Le canal cholédoque était lié.

parativement avec ceux de la gélatine digérée, mais par le suc gastrique. Remarquons qu'une portion de la gélatine digérée dans notre expérience avait déjà été absorbée et portée dans la circulation, car au lieu de 9 grammes de peptone que l'on aurait dû trouver dans le liquide, on n'en retrouva pas plus de 5.

| RÉACTIFS. | GÉLATINE digérée dans le suc gastrique. | GÉLATINE digérée dans le duodénum. | PANCRÉATINE seule acide | GÉLATINE SEULE. |
|---|---|---|---|---|
| Réaction. | Acide. | Neutre. | Neutre. | Neutre. |
| Chaleur. | Rien. | Trouble. | Précipite. | Rien. |
| Acide nitrique. | Rien. | Trouble. | Précipite. | Rien. |
| Potasse. | Rien. | Rien. | Rien. | Rien. |
| Bichlorure de platine. | Rien. | Trouble. | Précipite. | Précipite. |
| Refroidissement. | Ne se prend pas | Ne se prend pas | | Se prend en gelée. |

Ainsi, la gélatine, après la digestion pancréatique comme après la digestion gastrique, perd la faculté de se prendre en gelée par le refroidissement.

Quant à la chaleur, à l'acide nitrique, on voit qu'ils produisent dans la liqueur de digestion pancréatique des précipités qu'ils n'opèrent point dans la liqueur de digestion gastrique; mais ce serait une grande erreur de croire que ces précipités établissent une différence entre la peptone venue de ces deux digestions.

En effet, la peptone est tout à fait étrangère à la formation de ces précipités; ils sont dus au suc pancréatique; si bien qu'ils se forment en abondance dans ce dernier, lors même qu'il n'a jamais digéré, tel qu'il sort du canal pancréatique;

ils se trouvent aussi dans la pancréatine (voir la 4e col. du tableau précédent) (1).

Le bichlorure de platine précipite un peu le suc pancréatique; on peut en conséquence rencontrer parfois un léger trouble après la digestion, sans qu'on doive l'attribuer à la peptone. Il est si abondant quand la gélatine n'a pas été digérée, qu'il y a alors précipité en masse par le sel platinique. Ce réactif est un moyen d'apprécier l'imperfection de la digestion. On peut faire des expériences très simples pour s'en assurer.

Je pris, par exemple, de la pancréatine pure obtenue par l'alcool d'un pancréas entier de chien, je constatai que le bichlorure de platine troublait, mais à peine, la dissolution.

J'introduisis dans cette liqueur digestive de la gélatine pure qui précipitait en masse par le sel platinique, même après son mélange avec la pancréatine.

Je mis ce mélange pendant douze heures à l'étuve.

Le résultat de la digestion fut que ce dernier ne précipitait plus par le bichlorure platinique.

La gélatine perd donc les mêmes propriétés dans le suc pancréatique que dans le suc gastrique, c'est-à-dire que l'estomac et le pancréas transforment la gélatine en une seule substance, la gélatin-peptone.

2° *Action du suc pancréatique sur la gélatin-peptone ou gélatine digérée par l'estomac.* LE SUC PANCRÉATIQUE N'EXERCE PLUS D'ACTION SUR LA GÉLATIN-PEPTONE, CAR C'EST UNE SUBSTANCE DÉJA DIGÉRÉE.

On ne pourrait méconnaître cette vérité, qu'en attribuant à une modification digestive toute nouvelle de la gélatin-

(1) On doit n'attribuer avec certitude *au produit digéré* dans le suc pancréatique que les seuls caractères qui ne se retrouvent pas dans le suc pancréatique.

peptone des caractères chimiques qui sont, au contraire, propres au liquide pancréatique.

La gélatine, on le sait, n'éprouve point de précipitation de la part de la chaleur, de l'acide nitrique, de l'azotate de plomb, du sulfate d'alumine; or, il en est tout autrement après la digestion duodénale ou pancréatique. On serait tenté, en conséquence, de penser que ces réactions nouvelles sont dues à une modification subie par la gélatine sous l'influence de la digestion.

Mais il n'en est rien, car ces réactions sont dues à la seule présence du suc pancréatique dans la liqueur digestive. Il est facile de voir, d'abord, que le suc pancréatique présente ces réactions, puis de s'assurer que ces précipités sont dus à lui seul; il suffit de doser comparativement ces précipités dans un suc pancréatique vierge et dans un pareil suc, mais ayant digéré de la gélatine, en ce dernier cas, ils n'ont subi, comparativement au premier, aucun accroissement.

Une dernière expérience peut prouver que le suc pancréatique n'a même plus à modifier par une digestion nouvelle la gélatine déjà digérée par l'estomac.

On met, à cet effet, 3 grammes de gélatin-peptone, retirée de l'estomac d'un chien et évaluée sèche; on la mélange avec de la pancréatine (obtenue également avec un pancréas du même animal) en quantité suffisante pour qu'on puisse, s'il y a lieu, obtenir une bonne digestion. On examine les réactions du mélange après une digestion prolongée de douze heures à l'étuve, on les compare à celles qui ont été trouvées avant l'action digestive et au moment même du mélange; or, on voit qu'elles sont absolument semblables, preuve bien claire qu'il ne s'est pas opéré de modification nouvelle.

Qu'aurait à faire le liquide pancréatique après le suc gas-

trique, puisque l'un et l'autre agissent dans le même sens et produisent une pareille peptone?

### *Action de la bile.*

Nous n'avons qu'à répéter ce qui a été dit à propos de la digestion des autres aliments; la similitude est complète.

*Nota.* Je ne veux point abandonner ce chapitre sans rappeler à son propos, et d'une manière incidente : 1° une théorie que j'avais été conduit à formuler d'après des expériences faites en 1854; 2° une répétition défigurée de cette théorie faite par un physiologiste en 1856; 3° enfin, la manière dont je pense qu'il faut envisager d'une manière générale le but et la nature de la digestion.

Dans un mémoire : « *Aliments et nutriments*, » partant de ce fait clinique incontestable, que des malades avaient pu être nourris, pendant un temps assez long, par des bouillons de viande injectés dans le rectum, lesquels, par conséquent, avaient été absorbés sans avoir subi dans l'intestin l'action catalytique des sucs digestifs, je me suis demandé si le bouillon ne contiendrait pas une sorte de nutriment factice produit par l'ébullition.

J'injectai dans les veines, et comparativement, des quantités égales de cette substance et de nutriments réels provenant de la digestion. J'en fis autant pour le liquide provenant de l'albumine et de la fibrine bouillies quarante heures dans l'eau. Or, je vis qu'une portion très notable de la matière qui prend sa source dans la coction des substances azotées, injectée dans les veines, restait réellement dans l'économie à la manière des substances assimilables, nutrimentaires, provenant de la digestion.

Dans ce Mémoire, qui fut présenté à l'Institut (1), et dont je n'eus point de nouvelles. Je formulai les conclusions suivantes :

« Par la cuisson prolongée dans l'eau, l'albumine avait acquis les propriétés nutrimentaires que l'acte digestif lui eût données, fait capital et qui mérite la plus sérieuse attention.

» Le fait important pour moi, c'est la découverte d'un nutriment venu de l'albumine par la cuisson prolongée. »

Deux ans plus tard, l'un des juges émettait la théorie suivante : « Le séjour dans l'estomac, au contact du suc gastrique, agit à la façon de la cuisson (2).

» L'action la plus générale que le suc gastrique semble exercer sur toutes les matières alimentaires serait de leur faire éprouver l'action que produit l'ébullition prolongée (3). »

On voit que cette théorie ne diffère de celle que je soutenais que par un point qui, suivant moi, est une grosse erreur, savoir que la digestion gastrique produit de la gélatine bien reconnaissable à sa propriété de se prendre en gelée par le refroidissement quand on sature l'acidité du chyme. Cette erreur a été relevée plus haut; jamais l'albumine, ni la fibrine, etc., etc., ne donnent de gélatine par la digestion; la gélatine elle-même est altérée par celle-ci.

Ce qu'il eût été exact de dire, et qui fût rentré dans notre théorie, c'est que la gélatine (ou le tissu cellulaire) perd définitivement par la digestion gastrique, comme par la cuisson prolongée dans l'eau, la propriété de se prendre en gelée par

(1) Commission des prix de physiologie, 1855.

(2) *Leçons de physiologie faites au Collége de France*, 1856; p. 153.

(3) *Id.*; p. 418.

le refroidissement et celle de précipiter par le bichlorure de platine, c'est-à-dire cesse d'être de la gélatine pour se rapprocher de l'albuminose.

Si une ressemblance frappante suivant nous, mais non absolue, réunit la substance qui vient de l'action digestive et celle qui résulte de la cuisson prolongée des substances albuminoïdes dans l'eau, et fait mériter à l'une comme à l'autre la dénomination de nutriment et la qualité de matière assimilable, il est bon de faire remarquer combien la cuisson est inférieure à la digestion relativement à la quantité de ces nutriments produits.

Après les expériences faites sur le bouillon, je concluais en disant : « Le bouillon, l'osmazôme, ou extrait de viande, sont plus que des aliments bruts, mais ne sont pas encore des nutriments parfaits, » étant, à poids égal, moins assimilables que les albuminoses provenant de la digestion.

Après l'examen chimique des nutriments venus de la digestion et de ceux venus de la cuisson prolongée dans l'eau, je concluais encore qu'ils différaient entre eux; assertion devenue depuis plus évidente, car tandis que (ainsi que l'a démontré Longet) les albuminoses provenant de la digestion de l'albumine, de la fibrine, etc., masquent si puissamment le sucre de glucose à la réaction cupro-potassique, qu'on pourrait douter de la présence réelle de ce glucose si on ne l'y eût point mis, les nutriments venus par la cuisson prolongée de ces mêmes matières sont loin de posséder au même degré ce caractère.

De plus, tandis que la fibrine (ou la musculine, ou la caséine, etc.), soumise pendant quelques heures à la digestion, soit gastrique, soit pancréatique, est tout entière con-

vertie en nutriment sans laisser de résidu, un tiers à peine de la fibrine bouillie pendant quarante heures dans l'eau devient soluble et acquiert quelques propriétés nutrimentaires.

Cet exemple fait voir que, sous le rapport pratique, une distance énorme sépare la cuisson prolongée de la digestion.

Toutefois la digestion, quoi qu'on dise, est, en tant qu'action sur les aliments, une opération chimique.

Il ne répugne nullement de croire que plusieurs moyens différents par leur nature peuvent conduire au même but : la formation des nutriments. Je parle ici des aliments azotés, car pour les aliments féculents, la chose est claire (1).

Ce qu'il y a de particulier, c'est que là où, avec une grande perte d'aliment, l'exigence de beaucoup d'eau (2), d'une température élevée, la cuisson prolongée ne donnerait que très peu de matière alibile; la digestion, dans des conditions beaucoup plus simples, mais à l'aide de ferments spéciaux en très faible proportion (savoir la pepsine et la pancréatine) (3), produit sans perte, facilement et vite, des

(1) La salive, les sucs intestinaux, les sucs pancréatiques, etc., ont cette propriété : ils convertissent les aliments (fécule, amidon, sucre) en un nutriment. C'est là le produit de leur digestion; c'est une digestion, une transformation très élémentaire; l'économie, quelque malade qu'elle soit, presque jamais ne la manque. Hors l'organisme et sans digestion, la chimie sait faire ce glucose, et il a toutes les qualités qu'il eût acquises par la digestion. (*Aliments et nutriments*, loc. cit., 1854, p. 7.)

(2) Certaines substances albuminoïdes peuvent se dissoudre dans l'eau acidulée au millième; mais leur dissolution a des caractères physiques, chimiques, organoleptiques, qui les éloignent des nutriments. Ces sortes de dissolutions se rapprochent plus des nutriments si l'action des acides est aidée par celle de l'ébullition ou d'une douce température longtemps soutenue. Dans aucun cas, ce n'est de la gélatine.

(3) La première agit seulement à l'état acide, la deuxième n'a pas besoin de cela et agit également, qu'elle soit alcaline ou neutre.

quantités considérables de nutriments, et de nutriments plus parfaits.

Pour bien dire, ce qu'il y a de vital dans la digestion, c'est moins l'action digestive elle-même que la production de ces ferments spéciaux et puissants dont toute chimie est inhabile à produire même une parcelle.

### Musculine.

La viande est composée, en majeure partie, de musculine, demi-solide pendant la vie, solide dans la condition inverse, étroitement emprisonnée dans du tissu cellulaire.

L'union intime de ces deux substances est une source de difficultés pour l'étude.

En effet, comment arriver à connaître les procédés, la nature, le produit de la digestion de la musculine, si avant son entrée dans le canal digestif celle-ci n'a pas été débarrassée des substances étrangères et nombreuses qui l'accompagnent.

Séparer, avant l'expérimentation physiologique, la musculine du tissu cellulaire, et de toutes ces substances, est, conséquemment, une précaution première d'une grande importance.

Trois moyens se présentent qui atteignent inégalement ce but :

1° On peut, par un traitement suffisamment prolongé (vingt à trente heures), dans l'eau bouillante (1), enlever ces matières étrangères, et détruire, ou au moins dissoudre, tout le tissu cellulaire, la musculine reste alors à peu près seule; mais, en cet état, elle est racornie, imperméable et d'une digestion fort difficile.

(1) Il faut toujours un lavage préalable à l'eau froide et prolongé.

2° On peut obtenir une musculine moins altérée et plus digestible quand on ne prolonge point l'ébullition au delà du temps nécessaire pour faire ce qu'on appelle le *bouilli* ; mais alors la musculine reste extrêmement impure, il s'en faut que le tissu cellulaire qui enveloppe les fibrilles musculaires ait été enlevé en entier et dissous par cette opération culinaire.

L'ébullition simple, l'ébullition prolongée sont donc de mauvais moyens analytiques d'étude, car dans le premier cas la musculine est impure, de telle sorte qu'on ne peut acquérir de certitude relativement aux propriétés, aux caractères que donne l'acte digestif à cet aliment; dans le second, par un procédé peu naturel, on l'a altérée, rendue plus réfractaire qu'elle ne l'est dans notre alimentation journalière.

3° Un autre procédé a été employé par Liebig et Lehmann, il est basé sur ce fait, que la musculine ou syntonine est insoluble dans l'eau pure, mais soluble dans l'eau acidulée au millième par de l'acide chlorhydrique (1).

Pour extraire la musculine suivant ce procédé, on prend de la viande de bœuf (la plus maigre possible), très finement hachée, on la plonge pendant quarante-huit heures dans de l'eau distillée et froide, fréquemment agitée et renouvelée.

Ce premier traitement blanchit la viande et a pour but de lui enlever absolument toutes les matières qui, entrant dans sa composition, sont spontanément solubles.

(1) Il faut une goutte d'acide pour 30 grammes d'eau, suivant l'expression de Liebig (*Nouvelles lettres sur la chimie*, par Liebig, traduction de Ch. Gerhardt. Paris, 1852, p. 50, note). La plupart des ouvrages français qui rapportent le fait commettent la très grande erreur de dire un *dixième d'acide chlorhydrique*. La musculine dissoute, et non digérée, est une substance qui, comme la gélatine dissoute, et non digérée, masque le sucre à la réaction cupro-potassique, mais cette propriété est considérablement augmentée lorsque ces aliments ont subi la transformation digestive et sont devenus *peptones*.

Ces substances sont, outre les sels, de l'albumine, de la caséine, de la créatine, de la créatinine, de l'acide inosique, de l'acide lactique, etc...

Un second traitement consiste à plonger la viande ainsi lavée dans de l'eau froide contenant pour chaque kilogramme un gramme d'acide chlorhydrique très pur et concentré. Au bout de dix à douze heures, la syntonine ou musculine est liquéfiée et dissoute dans l'eau acidulée.

Telle est, à peu près, pour le dire en passant, la préparation du bouillon de Liebig, dit bouillon fortifiant, qui, *à titre d'aliment*, a rendu et rend encore en Allemagne de très grands services, sa supériorité est incontestable, car il est chargé de toute la musculine, tandis que le bouillon ordinaire ne l'est que de la gélatine et d'un peu d'osmazôme (?).

C'est ce bouillon que, par une insigne erreur, on a présenté chez nous, non pas à titre d'aliment, mais comme une substance capable de se passer dé l'influence digestive du suc gastrique et de la pepsine pour être assimilé.

Nous allons voir, au contraire, combien l'acte digestif, par l'action de la pepsine et de la pancréatine, modifie les propriétés de la musculine alimentaire qui y est contenue et *change ce bouillon en un nutriment désormais assimilable.*

Mais reprenons nos expériences.

Lorsque, par le procédé de l'acide chlorhydrique dilué, on a obtenu la musculine à l'état liquide et qu'on l'a filtrée, il suffit, pour la restituer à son premier état, de saturer exactement l'acidité de la solution par de la potasse, aussitôt cet aliment réprend l'état solide et se précipite sous forme de flocons, dont l'extrême rétractilité rappelle tout à fait la fibrine.

Ces flocons, ramassés, fournissent la musculine sans mélange de gélatine; mais ils contiennent énormément d'eau (quelquefois 85 pour 100).

Le volume occupé par cette musculine gonflée d'eau est si considérable, qu'il gêne excessivement l'expérimentation, spécialement quand on veut introduire une quantité notable de cet aliment dans le duodénum. Aussi, dans ce cas, la musculine doit être, au préalable, soumise entre plusieurs linges, à la presse, et son poids réel (à l'état sec) soigneusement noté avant chaque expérimentation.

A. — *Action du suc gastrique sur la musculine, résultat de cette action.*

Dans les expériences qui furent faites dans l'estomac des chiens vivants, pour les premiers essais, la musculine fut digérée en assez faible quantité.

Dans un cas, sur 7 grammes 50 centigrammes de musculine évaluée sèche (50 grammes humide), 3 grammes 50 centigrammes, c'est-à-dire près de la moitié, résista à la digestion.

Dans une autre circonstance, sur 36 grammes de musculine humide, les 4/5es furent dissous, mais c'était encore une digestibilité bien inférieure à celle des aliments que nous avons jusqu'à présent étudiés.

Il semblait donc que l'estomac avait une action assez restreinte sur cet aliment.

Mais je m'aperçus rapidement que j'avais introduit dans mes recherches une cause d'erreur.

En effet, la musculine que j'expérimentais était toute imprégnée du chlorure de potassium qui s'était formé lors de la saturation; or je savais, par des essais relatés dans un

autre mémoire, et faits à l'aide du sel commun (chlorure de sodium), que le suc gastrique devient incapable d'exercer la digestion d'une manière normale lorsque ce sel se trouve mêlé en trop grande proportion aux aliments; je soupçonnai donc un élément de trouble dans l'expérimentation.

Donc, je pris la précaution de laver la musculine à grande eau avant de la faire pénétrer dans l'estomac.

Ce que j'avais prévu arriva.

Dès que la musculine fut présentée à l'organe aussi pure que les autres aliments, elle-même fut digérée comme eux.

Ainsi, ayant mis une première fois 85 grammes de cette musculine lavée (valant 12 grammes 75 centigrammes à l'état sec) dans l'estomac d'un chien, la digestion fut si complète, que 1/13e seulement échappa à la dissolution et à la transformation.

Dans une autre expérience, 115 grammes de musculine humide, valant 15 grammes à l'état sec, furent aussi complétement dissous et transformés.

Il en fut de même dans la plupart des autres vivisections, bien que la quantité de musculine ingérée ait été parfois plus considérable.

Or, si l'on considère que l'on (1) a dénié à l'estomac la propriété de digérer la musculine, on voit que nos expériences, faites cependant *balance en main*, apportent à cette idée une bien grande contradiction, car non-seulement l'estomac digère la musculine, mais encore c'est avec une énergie à peu près double de celle avec laquelle il agit sur l'albumine (voy. p. 6) par exemple.

Il résulte de ces expériences que dans l'estomac 100 grammes de

(1) *Leçons de physiologie* citées, p. 402, 417, etc.

SUC GASTRIQUE PEUVENT DIGÉRER 30 A 40 GRAMMES DE MUSCULINE HUMIDE ET PRODUIRE 5 A 8 GRAMMES DE PEPTONE (ÉVALUÉE SÈCHE).

J'ai trouvé à la musculine complétement digérée (5 grammes pour 100 grammes de suc) les caractères suivants, que je mets en regard des caractères de la musculine telle qu'elle se trouve dissoute dans l'eau acidulée.

| RÉACTIFS. | MUSCULINE non digérée. | MUSCULINE après la digestion gastrique. |
|---|---|---|
| Réaction. | Acide. | Acide. |
| Chlorure de sodium. | Précipite. | Ne précipite pas. |
| Chaleur. | » | » |
| Potasse. | Précipite. | Ne précipite pas. |
| Acide nitrique. | Précipite. | Ne précipite pas. |
| Bichlorure de platine. | Précipite. | Ne précipite pas. |

On voit que la potasse, l'acide nitrique, le bichlorure de platine et un réactif fort utile dans ce cas, le *chlorure de sodium*, montrent que la musculine subit de la part du suc gastrique une transformation importante.

LE PRODUIT DIGÉRÉ PRÉSENTE EN OUTRE LES CARACTÈRES QUE NOUS SAVONS APPARTENIR AU GENRE PEPTONE.

Il est un fait remarquable que je dois signaler.

Si l'on arrive à comparer rétrospectivement la musculin-peptone avec la gélatin-peptone, on s'aperçoit qu'elles se ressemblent beaucoup. C'est même une chose remarquable, sur laquelle j'appelle l'attention des savants qui s'occupent d'organogenèse, de voir deux corps aussi différents que la musculine et la gélatine se résoudre par la digestion gastrique en deux substances si semblables, que nous n'y avons pu trouver aucun caractère différentiel.

B. — *Action du suc pancréatique sur la musculine.*

1° *Action du suc pancréatique sur la musculine non digérée par le suc gastrique.* — NON-SEULEMENT LE SUC PANCRÉATIQUE TRANSFORME LA MUSCULINE EN PEPTONE COMME LE SUC GASTRIQUE, MAIS IL SEMBLE QUE PENDANT UNE PÉRIODE DIGESTIVE LES DEUX FLUIDES DIGÈRENT CHACUN DE LEUR CÔTÉ UNE SOMME A PEU PRÈS ÉGALE DE CET ALIMENT (15 grammes évalué sec).

L'expérience la plus curieuse de celles qui m'amenèrent à formuler la proposition précédente est la suivante :

Deux chiens de même espèce, à peu près de même âge et de même poids, avaient été pris.

L'un avait reçu 14 grammes 50 centigrammes de musculine évaluée sèche dans l'estomac; il se trouva, après la digestion; que son suc gastrique avait complétement dissous et digéré 12 grammes de cette musculine.

L'autre avait reçu 16 grammes 60 centigrammes de ce même aliment dans le duodénum et avait été sacrifié également à la douzième heure.

Le contenu tout entier de l'intestin fut mis sur un filtre; ce qui avait échappé à la dissolution digestive ne s'élevait qu'à 4 grammes 80 centigrammes. 12 grammes également avaient donc été digérés.

Dans les autres expériences tentées sur le même sujet, il s'en faut que le poids de musculine digéré par le duodénum fut toujours uniforme; mais il oscilla dans des proportions telles, qu'on peut conclure de ces recherches qu'il y a entre l'estomac et le duodénum une énergie digestive à peu près égale relativement à la musculine.

Les expériences qui furent faites sur la digestion par le suc pancréatique montrèrent que la musculine avait subi

une transformation réelle, et la même, quelle qu'ait été la réaction, acide ou alcaline, du milieu.

En effet, la musculine avait cessé d'être précipitable par la potasse, par le chlorure de sodium, et ne formait avec le bichlorure de platine qu'un trouble douteux.

Toutefois, je remarquai dans ces vivisections que les réactions étaient d'autant plus nettes, c'est-à-dire que la transformation était d'autant plus complète, que l'on avait mis en digestion une quantité de musculine (évaluée sèche) plus voisine de 10 grammes au plus ; au contraire, le précipité par le bichlorure de platine devenait plus fort et celui dû au chlorure de sodium reparaissait un peu quand le chiffre de 12 grammes était atteint ou dépassé, nouvelle preuve qu'il y a loin de la dissolution à la digestion véritable et parfaite. Il est évident, en effet, que ces dernières réactions accusaient la présence, non plus d'une peptone pure, mais d'un mélange de cette substance avec une autre moins complétement transformée qu'elle, bien que dissoute.

On voit que la musculine digérée par le suc pancréatique perd exactement les mêmes propriétés que lorsqu'elle a été digérée par l'estomac (1), car, pour les précipités qu'on lui

(1) On a, contre les observations de Spallanzani, Beaumont, Pappenheim, Burdach, Schwan, avancé que la viande crue n'est nullement digérée par l'estomac, lequel ne ferait que dissoudre le tissu cellulaire unissant des fibres. M. Bernard a même exposé un dessin microscopique où il serait démontré que les fibres musculaires ne perdraient que leur enveloppe dans l'estomac et se videraient de leur contenu dans l'intestin. Le microscope a sans doute été employé dans de mauvaises conditions d'observation. En effet, la balance conduit à faire repousser, d'une manière très formelle, ces opinions exclusives et reconnaître à l'estomac, en même temps qu'au pancréas, une large part dans la digestion de la substance même des fibres musculaires. L'expérience directe peut être faite de la manière suivante : de la viande crue, très maigre et pourvue le moins possible de tissu cellulaire, est hachée, puis lavée à grande eau jusqu'à ce que toutes les matières naturellement solubles de la viande soient enlevées et que celle-ci soit absolument blanche. Cela fait, on estime, par la dessiccation d'un échantillon de cette viande,

trouve par la chaleur, l'acide nitrique, on sait qu'ils appartiennent au suc pancréatique lui-même (1), de telle sorte qu'il n'est pas possible de démontrer qu'il existe une différence réelle entre la musculin-peptone venue de la pepsine ou celle venue de la pancréatine.

Les expériences que nous venons de parcourir et celles qui suivent démontrent une chose importante, c'est que chaque aliment azoté, suivant sa nature, fournit par la digestion gastrique et pancréatique des poids très différents de peptone. Ainsi, les aliments donnés en abondance, ont fourni, soit par l'estomac, soit par le pancréas, pendant la période digestive entière, des quantités variables de peptones, dont j'exprime ici les moyennes :

combien elle contient en réalité de parties solides (or, on sait que 100 grammes de viande sèche, suivant Berzelius et Braconnot, ne contiennent pas en moyenne au delà de 1 à 2 grammes de tissu cellulaire), puis on introduit dans l'estomac d'un chien une quantité de cette viande, qui, évaluée sèche, répondrait à 50 grammes. Douze heures après, la digestion est examinée : si elle a été régulière, par exemple, s'il y a eu 100 à 200 grammes de suc gastrique normal sécrété, on verra qu'en filtrant tout le contenu de l'estomac et en desséchant le résidu resté insoluble, ce dernier est bien loin de représenter les 50 grammes de substance confiée à la digestion gastrique. Loin que le chiffre de la matière dissoute soit seulement de 2 à 3 grammes, comme si le tissu cellulaire seul eût été digéré, *il s'élève à* 15, 20, 30 *grammes.*

Comment nier que dans la viande, la substance même de la fibre musculaire (musculine) ait été digestible par le suc gastrique? Dans un autre mémoire, nous entrerons dans de plus longs détails sur ce sujet, et nous examinerons l'action des diverses préparations culinaires sur la digestion de la viande. Disons d'avance que l'examen microscopique a montré à nos yeux que la fibre musculaire est soluble dans le suc gastrique et le suc pancréatique, avec cette différence que, avant de la dissoudre, le premier suc détruit la fibre en la *divisant* en fines molécules, tandis que le suc pancréatique la *gonfle.*

Cette différence entre l'apparence première des deux digestions avant la dissolution et la transformation finales, est générale et s'observe pour les aliments autres que la musculine.

(1) Lorsqu'on fait la digestion à l'étuve avec de la pancréatine pure, ces précipités s'affaiblissent, parce que la pancréatine se trouve diluée, mêlée avec les peptones.

*Tableau sur la digestibilité des aliments.*

| ALIMENTS. | DIGESTION par l'estomac ou gastrique. | DIGESTION intestinale ou pancréatique. | LES 2 DIGESTIONS réunies. |
|---|---|---|---|
| | gr. | gr. | gr. |
| Albumine......... | 6 à 7 | 7 | 13 à 14 |
| Tissu cellulaire.... | 6 | 6 | 12 |
| Gélatine.......... | 12 | 9 | 21 |
| Fibrine.......... | 15 | 12 | 27 |
| Caséine.......... | 13 | 13 | 26 |
| Musculine........ | 15 | 15 | 30 |

Bien que j'aie la certitude que ces chiffres sont peu rigoureux, parce que mes expériences n'ont pas été suffisamment nombreuses, leur examen ne donne pas moins un enseignement évident : à poids égal d'aliment, à force égale de digestion, l'albumine, le tissu cellulaire, la gélatine, fournissent deux fois moins de peptones, c'est-à-dire nourrissent deux fois moins que si l'on consomme de la musculine ou de la caséine ; résultats expérimentaux précieux qui expliquent la raison majeure pour laquelle la viande donne beaucoup de forces, pour laquelle un faible poids de fromage soutient l'ouvrier pauvre.

Ils montrent pourquoi l'on est dans le faux quand on veut estimer le pouvoir trophique des aliments d'après la seule quantité d'azote qu'ils contiennent, sans s'occuper de l'espèce azotée dont ils font partie, et par conséquent de leur équivalent digestif et nutrimentaire.

Si l'on n'avait à s'inquiéter ni de la dépense d'argent ni de la dépense de force digestive, il suffirait de manger jus-

qu'à ce que l'on soit suffisamment nourri, sans avoir besoin de chercher ou de suivre aucune règle.

Mais, pour celui qui, comme le peuple, doit épargner sa bourse et pour celui qui tient à sa santé, il est nécessaire de connaître les aliments qui, pour la moindre dépense et le moins de travail digestif, fournissent le plus de peptone.

Qu'arrive-t-il aujourd'hui en l'absence de connaissances sur le sujet qui nous occupe? On mange trop d'aliments, ne sachant pas celui qui, pour le même poids et la force digestive ordinaire, donne le plus de peptone. Dès lors, si on achète trop, il y a perte d'argent; or, une perte d'argent pour le pauvre ne se résout-elle pas en une perte de vie?

Ou bien, recevant un aliment qui, pour son poids, donne peu de peptone, l'estomac, pour obtenir une ration suffisante de cette dernière, déploie une surabondance de force. Or, tout organe surmené s'épuise d'autant. Ce déploiement inintelligent de force se résout encore en la perte d'une somme de vie, quelque minime qu'elle soit.

D'autre part, les riches, proportionnant mal la quantité d'aliments à leur capacité digestive, la fonction gastro-intestinale n'opère qu'incomplétement la transformation des aliments, et le sang se trouve vicié de toutes les substances imparfaites qu'on y a introduites.

On peut amoindrir la valeur des opinions précédentes, discuter sur le plus ou le moins, dire que tout ce qui précède est exagéré; mais, quelque petite que soit la part de vérité qu'on m'accorde, elle mérite grande considération.

Ne serait-il pas honteux de traiter d'utopies ridicules des tentatives qui peuvent conduire à instituer pour l'alimentation des règles qui, en ménageant la bourse, épargneraient aux organes des fatigues inutiles, respecteraient même, en

les régularisant, les caprices du goût, en un mot nous feraient user et jouir avec économie de notre propre corps?

Quant à la thérapeutique, combien ne gagnerait-elle pas à ces connaissances!

N'est-il pas évident que si l'on peut arriver, un jour, à apprécier rigoureusement les aliments azotés qui fournissent le plus de peptone sous l'influence de l'estomac, ceux qui en fournissent plus sous celle du pancréas, on saura quels aliments il faut donner de préférence quand l'un des deux organes est épuisé, doit rester en repos, et qu'il importe cependant de *relever rapidement les forces musculaires générales.*

On sait que dans les cas de gastralgie et d'entéralgie, ou il est plutôt indiqué de prévenir les douleurs ou la révolte des organes contre les aliments, que de réparer promptement l'économie, on ne doit plus se guider sur la quantité de peptone à produire, mais presque seulement sur la rapidité de la dissolution des aliments.

### Caséine.

La caséine que nous avons étudiée a été obtenue du lait de vache par la précipitation à l'aide d'une trace d'acide, puis recueillie et lavée à grande eau pour la débarrasser de toutes les matières encore solubles.

Cette caséine renfermait du beurre dont il eût été facile de se débarrasser par l'éther; mais ce dernier corps exerce sur les matières azotées une déshydratation énergique qui a pour effet de racornir et rendre imperméables des substances que l'alimentation doit, au contraire, nous présenter dans cet état de mollesse et de perméabilité sans lesquelles il n'y a pas de digestion possible. J'ai dû, en conséquence, négliger un moyen de purification excellent s'il se fût agi d'études chi-

miques, mais détestable s'il est employé sur des aliments destinés aux élaborations de l'économie vivante. Le mélange de beurre avec notre caséine n'entrava, au reste, en rien nos études sur la digestion gastrique. Lorsqu'il s'est agi, en effet, d'apprécier la quantité de caséine réellement digérée par le suc gastrique, j'ai déduit le poids de beurre qui avait été introduit. Cela était facile, car j'avais chaque fois, sur un échantillon de la caséine, reconnu, à l'aide d'un lavage à l'éther, ce qu'elle emprisonnait réellement de matière grasse.

Enfin, lorsqu'il s'agissait de reconnaître les caractères de la substance dissoute et digérée, le filtre retenait le beurre, la liqueur filtrée ne contenait que la caséin-peptone.

### A. *Action du suc gastrique sur la caséine.*

Dans une expérience, je pris 50 grammes de caséine humide représentant 15 grammes 50 centigrammes de caséine pure et sèche. Je l'introduisis dans l'estomac d'un chien à jeun, et je sacrifiai l'animal douze heures après. Les morceaux de caséine avaient, à part quelques fragments reconnaissables, complétement disparu.

Presque tout était liquéfié, car le filtre ne retint que 2 grammes 50 centigr. de matière sèche non dissoute (1).

J'estimai, d'après diverses expériences, que, DANS L'ESTOMAC, LE SUC GASTRIQUE EST CAPABLE DE DISSOUDRE 15 A 20 GRAMMES DE CASÉINE ÉVALUÉE SÈCHE.

Nos recherches confirment complétement ce fait connu, que la dissolution digestive de la caséine s'accompagne d'une transformation (caséin-peptone).

(1) Je ne puis m'imaginer comment on a pu émettre les idées suivantes : la caséine est une des matières qui deviennent insolubles sous l'influence du suc gastrique et arrivent ainsi dans le duodénum. (*Leçons de physiologie* citées, par M Claude Bernard, t. II, p. 430.)

La substance digérée et filtrée présente a l'examen les caractères génériques des peptones ; elle ne précipite ni par les acides ni par les alcalins, ni par la chaleur.

Elle a aussi perdu la propriété de coaguler sous l'influence de la présure ou des acides.

Mais nous n'avons pas trouvé que la caséin-peptone fût absolument semblable à la fibrine, à l'albumine ou à la musculine digérées; elle nous a présenté, en effet, quelques caractères qui la différencient des autres albuminoses.

La caséin-peptone se distingue de la fibrin-peptone en ce qu'elle ne précipite pas par le bichlorure de platine; elle paraît différer aussi des peptones venues de l'albumine, du tissu cellulaire et de la musculine, en ce qu'elle précipite très notablement par l'acétate neutre de plomb (1).

## B. *Action du suc pancréatique sur la caséine.*

La caséine subit une dissolution et une transformation digestive de la part du suc pancréatique. C'est ainsi qu'ayant introduit 50 grammes de caséine (valant 15 grammes 50 centigrammes à l'état sec) dans le duodénum d'un chien vivant, dont la digestion fut examinée douze heures après, je reconnus que tous les fragments du caséum étaient devenus méconnaissables; toutefois, dans le liquide (d'une alcalinité très légère), qui s'élevait à 100 centimètres cubes, toute la caséine n'était pas liquéfiée; un tiers seulement environ avait été dissous. La digestion dans l'estomac a, comme on a vu, une

(1) L'acétate de plomb neutre est un mauvais moyen à employer quand on veut, dans une liqueur sucrée ou supposée sucrée, telle que des urines, précipiter toutes les matières albuminoïdes qu'elle contient et qui peuvent masquer la présence du sucre. Les albuminoses ou peptones (qui masquent puissamment le sucre) *échappent*, suivant nous, *justement presque toutes à la précipitation par l'acétate de plomb neutre.*

action bien plus considérable. Quand on fait la digestion à l'étuve, le suc gastrique, privé alors de mouvements de l'estomac, digère au contraire la caséine un peu moins bien (à quantité égale de ferment) que le suc pancréatique.

De l'ensemble des expériences faites chez les animaux vivants, on peut conclure que *le suc pancréatique est dans l'intestin le principal agent de la dissolution de la caséine, mais qu'il est presque trois fois moins puissant que le suc gastrique.*

Celles de ces expériences où le canal cholédoque fut lié, celles faites à l'étuve avec le liquide pancréatique ou la pancréatine pure, montrèrent le peu d'usage du suc intestinal proprement dit et de la bile dans cette digestion, car elle continua sans eux.

La caséine est non-seulement dissoute par le suc pancréatique, elle est de plus digérée sous forme de peptone.

Nous reconnaissons, en général, qu'un aliment est devenu peptone s'il a perdu quelques-unes de ses propriétés primitives importantes. Or, nous avons constaté tout d'abord que, par l'action du suc pancréatique (qu'il soit neutre, alcalin ou acide), la caséine a perdu la propriété de se coaguler par la présure. La chaleur, l'acide nitrique ou acétique, n'ont sur le suc pancréatique contenant de la caséin-peptone aucune action plus énergique ou d'une autre nature que sur le suc pancréatique isolé.

La potasse n'a aucune action sur la caséine digérée par le pancréas.

La caséin-peptone, comme les albuminoses en général, masque le sucre à la réaction cupro-potassique.

Une grande analogie réunit donc la caséin-peptone venue du suc gastrique et celle qui résulte de l'action pancréatique.

### C. *Action de la bile.*

On se rappelle que nous avons, à propos de l'albumine, etc., démontré d'une manière très claire, et à l'aide d'expériences décisives, que ce serait une grande erreur de croire que la bile est capable de précipiter à l'état insoluble, dans l'intestin, la peptone qui résulte de l'action propre à l'estomac.

Les expériences faites sur la caséine démontrent exactement la même chose. Au contact du chyme acide, un précipité paraît; mais la caséine digérée n'y est pour rien, car il se forme également bien dans du suc gastrique vierge de toute caséin-peptone et même dans une eau acidulée vierge de tout suc gastrique.

Une chose remarquable, c'est que chaque matière albuminoïde perd précisément, par la digestion, ses caractères les plus distinctifs : telle la musculine, qui perd la propriété d'être précipitée par le chlorure de sodium, la gélatine celle de former gelée par le refroidissement, la caséine celle de se cailler par la présure, l'albumine celle de se solidifier par la chaleur et les acides.

Ainsi, tant qu'elles ne sont qu'*aliments*, les substances azotées ont chacune une individualité fortement tranchée; mais, dès qu'elles sont digérées, c'est-à-dire devenues peptones (nutriments azotés), leurs individualités deviennent peu accentuées, indécises.

Les aliments élevés au degré de *nutriments* se trouvent dans une espèce d'équilibre instable, tel que, à l'aide d'un changement léger, chaque organe peut désormais, selon ses besoins, les fixer *en les assimilant à sa substance même.*

Cette dernière opération a précisément reçu le nom d'assimilation (1).

Mais une autre manière de voir, une doctrine ancienne, encore défendue parfois de nos jours, existe, qui méconnaît ces changements ou renie leur utilité.

Suivant cette doctrine, la digestion n'a pour résultat que de fondre tous les aliments azotés sous une seule forme, l'*albumine*, avec ses caractères spécifiques.

En conséquence de cette supposition, l'albumine, quelle qu'elle soit, prise comme aliment, n'a besoin, pour devenir albumine du sang, que de passer intacte du canal intestinal dans les veines; *la digestion lui est inutile.*

Séduisante par une simplicité extrême, cette doctrine ne résiste toutefois à l'examen que si l'on s'appuie sur des méprises ou des équivoques.

1° L'estomac ne dissout pas les aliments azotés, sous forme d'albumine. Loin de là, l'action propre du ventricule digère et transforme l'albumine elle-même. Cette vérité résulte de tant d'observations rapportées ici par nous, et ailleurs par tant d'autres physiologistes, que nous renvoyons à elles. Toutefois, lorsqu'une partie d'albumine crue, confiée à la digestion gastrique, y a échappé, lorsque la fibrine n'a encore subi qu'une dissolution et n'a pas été complétement digérée, il est vrai qu'on trouve dans le chyme, sous l'influence de la chaleur et des acides, un précipité caractéristique d'albumine; mais une recherche exacte, nous le savons, conduit à reconnaître que ce précipité est dû, dans le premier

(1) Le mot *assimilation* ne devrait être rigoureusement employé que relativement aux nutriments plastiques, car les nutriments respiratoires ne s'assimilent sans doute jamais aux tissus et ne deviennent point substance d'organe; tout au plus forment-ils des dépôts, comme la graisse, qui est emprisonnée dans le tissu cellulaire.

cas, à l'albumine alimentaire, restée intacte, dans le second, à une substance coagulable par la chaleur (l'albumine caséiforme) résultat d'une digestion incomplète de la fibrine : aussi rien n'est plus facile que de faire disparaître cette albumine par une digestion plus parfaite. Il faudrait donc s'appuyer sur une méprise pour nier une chose irrécusable, savoir, que le produit d'une véritable digestion gastrique n'est jamais de l'albumine, mais est de l'albuminose ou peptone.

2° La digestion intestinale ne transforme pas non plus les aliments azotés en albumine. Ni la bile, ni le suc pancréatique, soit par eux-mêmes, soit par leur alcali, n'altèrent l'incoagulabilité des peptones et jamais ne les reconstituent en albumine.

Nous allons examiner les choses sous plusieurs faces, relativement à cette digestion intestinale.

En effet, les auteurs qui voulaient constituer, comme fait, l'hypothèse de la production finale de l'albumine par la digestion, l'ont étayée chacun d'une raison expérimentale différente.

Werner (1800), ayant dit que, lorsque l'estomac versait son contenu dans le duodénum, la bile précipitait le chyle en flocons blancs, les uns en ont conclu que c'étaient les aliments dissous par l'estomac qui étaient précipités, sous forme solide, par la bile (1); d'autres, allant plus loin, ont ajouté que ce précipité était l'albumine qui allait passer dans le sang.

Quoique le fait relatif à l'existence du précipité soit vrai, la méprise relative à la nature de celui-ci est néanmoins grossière.

Nous avons vu, en effet, que loin que la substance du précipité indiqué par Werner soit formée par l'aliment digéré (peptone), elle est formée par la bile elle-même.

(1 M. Cl. Bernard.

Une partie de la bile (dyslysine?) constitue ces flocons blancs pris pour de l'albumine. L'agent de la précipitation est le suc gastrique ou le chyme agissant en vertu de leur acidité, tellement que l'eau pure, mais acidulée (voyez p. 22), fait précipiter de la bile les mêmes flocons résinoïdes qui n'ont rien de commun ni avec les peptones ni avec l'albumine.

On a été plus loin; quoiqu'il n'y ait point là d'albumine, on a cherché à en expliquer la présence par de bonnes raisons.

A. Les uns ont dit: Tous les aliments se résolvent réellement en albumine dans l'estomac; si l'on ne la retrouve point, c'est qu'elle est masquée par l'acidité du chyme; tout alcali qui sature et fait disparaître l'acidité du chyme démasque et fait apparaître l'albumine.

Prout, Schérer, Béclard, ont partagé plus ou moins ces opinions; mais Valentin, Schiff, Lehmann, Frerichs, les ont combattues (1).

Schiff a vu par des expériences directes que l'albumine digérée par l'intervention du suc gastrique ne peut plus reprendre sa coagulabilité par un contact prolongé avec la bile, et Lehmann déclare qu'il n'a jamais pu, dans les conditions les plus variées, transformer par la bile ou tout autre liquide la peptone en une matière coagulable par la chaleur ou par les acides, c'est-à-dire en albumine.

Quant à moi, je dois dire qu'ayant pris, dans un grand nombre d'expériences, des peptones venues par la digestion gastrique de la caséine, de l'albumine concrète, de la musculine, de la gélatine, etc., je n'ai jamais pu, en les neutralisant, les faire passer, non plus, à l'état d'albumine.

(1) Voyez Longet, *Traité de physiologie*, t. II, p. 249.

On s'explique, néanmoins, l'erreur où sont tombés certains auteurs, puisque l'albumine concrète non lavée peut retenir de l'albumine liquide, et que la fibrine incomplétement digérée peut présenter de l'albumine caséiforme, en sorte que dans ces deux cas exceptionnels on peut avoir un précipité par la chaleur (même en l'absence de bile ou d'alcali quelconque), si la digestion gastrique est imparfaite.

Bien que la bile, le suc pancréatique, leur alcalinité, soient impuissants à transformer les peptones de la digestion en albumine, on pourrait croire que le sang lui-même a plus d'efficacité (1).

Cette supposition n'a toutefois jamais été vérifiée, au dire de Lehmann. M. J. Béclard a cru avoir découvert le moment de cette conversion des peptones en albumine du sang (2); mais, suivant nous, ses expériences mêmes conduisent à des conclusions toutes différentes.

Cet auteur a constitué ses recherches sur l'analyse, à différentes époques de la digestion, du sang de la veine porte (veine més. sup.) *comparé au sang veineux général.*

Les expériences IV^e^, VII^e^, X^e^ de son mémoire, le conduisent à déclarer que l'albumine du sang augmente considérablement durant les deux ou trois premières heures du travail digestif (3), et que cette augmentation est due à l'arrivée par absorption des produits digérés eux-mêmes.

(1) M. Béclard est de ceux qui pensent que les peptones deviennent albumine sous l'influence de la saturation du chyme par un alcali. Il est probable que ses essais ont été faits avec de la fibrine et dans les conditions d'erreur que nous avons signalées. Toutefois nous faisons une supposition, car ses expériences ne sont point rapportées par lui en détail.

(2) *Recherches expérimentales sur les fonctions de la rate et sur celles de la veine porte*, par J. Béclard (*Archives génér. de méd.*, 4e série, t. XVIII, Paris, 1848).

(3) *Loc. cit.*, p. 438, § 3.

Voici ces analyses ; j'ai seulement ajouté le calcul de la somme générale des matériaux azotés trouvés séparément par M. J. Béclard dans chacune des deux veines.

IV. — *Chien tué en pleine digestion* (1) *de pain et de viande.*

| Sang de la veine jugulaire. | | Sang de la veine porte (v. més). | |
|---|---|---|---|
| Globules, fibrine........ | 158,20 | Globules, fibrine........ | 58,97 |
| Albumine et sels....... | 62,90 | Albumine, sels......... | 162,18 |
| Total des matériaux azotés | 221,10 | Total des matériaux azotés | 221,15 |

Cette expérience, qui, pour l'auteur, prouve qu'une partie considérable d'albumine (100 parties) est venue de l'intestin enrichir la veine porte, me conduit, au contraire, à cette conclusion : que par l'absorption digestive, les matériaux azotés du sang de la veine porte comparé au sang veineux général *ne se sont pas accrus d'un seul centième ;* en effet, le total de ces matériaux présente :

Sang de la veine jugulaire = 221,10.

Sang de la veine porte = 221,15.

On sait, d'ailleurs, combien à la deuxième et troisième heure de la digestion la dissolution, la transformation de la viande, et par conséquent son absorption, sont peu avancées ; de telle sorte qu'on aurait lieu de s'étonner, *à priori*, que les produits, à ce moment digérés et absorbés, eussent pu déjà tripler la quantité primitive de l'albumine du sang et la porter de 58 à 162 parties.

Si l'on vient, de plus, à examiner les chiffres de l'analyse précédente, on est frappé d'une chose, c'est que les matériaux azotés du sang de la veine porte (comparés à ceux du sang veineux général) se sont modifiés, non dans leur quantité, *mais*

(1) *Loc. cit.*, p. 323, 1re ligne, etc.

*dans leur nature*, comme s'il y avait eu dans ce sang lui-même une transformation simple de ses éléments azotés les uns dans les autres ; 100 parties de globules et fibrine ont précisément fait place à 100 parties d'albumine.

On remarquera que, lorsque par le fait de l'alimentation, les mêmes éléments, globules, fibrine, se trouvent dans l'*intestin*, ils y subissent d'abord de la part du suc pancréatique une transformation exactement semblable en albumine (caséiforme) par un commencement d'action digestive.

Or, si je considère que vers la deuxième et troisième heure de la digestion : 1° le suc pancréatique est versé à l'état pur, et par conséquent actif, dans le duodénum ; 2° qu'il peut passer dans la veine porte, car l'absorption par les veines mésentériques n'est pas suspendue ; 3° que le suc pancréatique peut exercer son action digestive dans un milieu alcalin comme le sang, quelque hardie que soit au premier abord mon hypothèse, je n'hésite point à conclure que : DANS LA VEINE PORTE LES GLOBULES (1) ET LA FIBRINE DU SANG NE FONT AUTRE CHOSE QUE CE QU'ILS FERAIENT DANS L'INTESTIN SOUS L'INFLUENCE DU SUC PANCRÉATIQUE, ILS SUBISSENT UN COMMENCEMENT DE DIGESTION ET SE TRANSFORMENT EN ALBUMINE (ALBUMINE CASÉIFORME).

J'ajoute que je ne crois point avoir, ainsi qu'on m'en accusera assurément, commis une folie en émettant cette idée nouvelle d'une digestion réelle prolongée jusque dans les veines et s'attaquant à la substance même du sang (2). Qu'y

(1) Les globules, pendant la digestion pancréatique, se déchirent, s'émoussent. Or, suivant Lehmann, les globules dans le sang de la veine porte paraissent aussi tachetés, déchirés, dentelés.

(2) Cette digestion intra-veineuse des matériaux azotés du sang de la veine porte ne serait-elle point le moyen employé par la nature pour continuer à fournir à l'économie, malgré l'abstinence prolongée, les albuminoses ou peptones que les aliments lui fournissent dans l'état ordinaire? (Voyez *Dyspepsie et consomption ; — usage de la pepsine*, par L. Corvisart, 1854, p. 37, 38, 40.)

a-t-il, en effet, d'étrange à admettre que le suc pancréatique alcalin peut être absorbé dans l'intestin et opérer dans la veine porte la transformation digestive des globules et de la fibrine, puisque cela a lieu exactement de même dans l'intestin lorsque ces derniers éléments y rencontrent ce même suc pancréatique?

Si je ne recule pas, d'autre part, devant la digestion de certains éléments du sang lui-même, n'est-ce point que les globules et la fibrine n'étant pas doués de la vie, ne sont pas capables de résister à la digestion à la manière des tissus organisés et vivants?

Quoi qu'il en soit, il ne résulte pas moins de toutes les expériences en question (1) que, pendant les trois premières heures de la digestion, l'absorption est loin d'apporter au

(1) L'expérience suivante de M. Béclard, faite sur un lapin, montre la même transmutation sur la place de la fibrine et des globules au profit de l'albumine du sang dans la veine porte, sans que les matériaux azotés de ce dernier (comparé au sang veineux général) se soient accrus de plus d'un centième par absorption digestive :

X. — LAPIN TUÉ TROIS HEURES APRÈS UN REPAS DE SON ET DE LÉGUMES.

| *Sang de la veine jugulaire.* | | *Sang de la veine porte.* | |
|---|---|---|---|
| Globules, fibrine. . . . . . | 116,91 | Globules, fibrine. . . . . . | 105,21 |
| Albumine, sels . . . . . . | 58,29 | Albumine, sels . . . . . . | 66,13 |
| Total des matières azotées . | 170,30 | Total des matières azotées . | 171,34 |

La digestion des globules et de la fibrine du sang pourrait-elle se compléter dans la veine porte comme elle le peut dans l'intestin? L'expérience VII paraîtrait le prouver ; car, bien que 57 parties de fibrine et de globules disparaissent, l'albumine n'augmente que de 4 parties à peine. Enfin, arriverait-il des cas où l'albumine du sang subirai, elle-même la digestion complète, et, devenue aussi peptone, disparaîtrait, assimilée par les tissus? On pourrait le supposer d'après l'analyse VI, où la fibrine et les globules, diminuant de 50 parties dans la veine porte, l'albumine elle-même perd 6 parties sur 71,18. Mais nous ne voulons rien conclure d'une manière formelle de ces deux dernières expériences, parce que les animaux ayant bu, ainsi que le déclare M. Béclard, ce fait a pu apporter quelques changements dans la composition du sang.

sang de la veine porte des matériaux azotés abondants et nouveaux.

C'est entre la huitième et la dixième heure après le repas que d'autres analyses de sang démontrent que, à cette époque, à laquelle l'absorption gastro-intestinale a déployé toute son activité, et à laquelle aussi les sucs digestifs, susceptibles d'être absorbés, ayant épuisé dans l'intestin leur énergie et leur action propre, sont, par conséquent, devenus incapables d'opérer la digestion intra-veineuse, le sang de la veine porte devient beaucoup plus riche en matériaux azotés que le sang veineux général; cet enrichissement peut s'élever à 30 et 40 parties (1).

Mais encore loin que ce soit en albumine, c'est en fibrine et globules ; ces derniers matériaux augmentent de 33 parties dans la VIII[e] et de 41 parties dans la XI[e] (2) expérience de M. Béclard; après avoir nié que les substances azotées de la digestion sont absorbées sous l'état d'albumine, dirons-nous, pour cela, qu'elles le sont plutôt sous l'état de fibrine et de globules? Nullement.

Loin d'envisager les nutriments azotés comme se résolvant dans le sang en une seule substance (l'albumine ou les globules, par exemple), nous croyons, au contraire, que ces substances gardent leur diversité. Cette diversité même des peptones, est, suivant nous, ce qui favorise les changements en vertu desquels celles-ci vont former, les unes la musculine dans les muscles, les autres l'albumine dans le système nerveux, d'autres enfin la substance gélatigène dans les enve-

(1) Obligé de combattre M. Béclard dans ses conclusions, nous devons rendre hommage au talent, à la précision qui ont présidé à ses expériences, puisque c'est dans ces qualités mêmes que nous avons puisé nos armes.

(2) De 17 parties chez le cheval.

loppes et les couches celluleuses, etc. (1), chaque peptone ayant, jusqu'à un certain point (peut-être suivant son origine première, peut-être aussi suivant d'autres conditions inconnues), une destination particulière d'après les besoins de l'économie.

Ces peptones séjournent-elles longtemps dans la circulation, ou trouvent-elles, à peine absorbées, un emploi direct? Nous pensons que, sans avoir le temps de s'accumuler dans le sang, elles vont se fixer aussitôt dans les tissus. Les raisons qui nous font admettre cette manière de voir sont : 1° que l'augmentation des matériaux azotés du sang pendant la digestion (quelle que soit la nature de ceux-ci) est toujours bien inférieure à la quantité des peptones réellement produites; 2° que l'on ne rencontre jamais dans le sang général, sauf quelques cas de maladie, une quantité tant soit peu considérable d'albuminose.

On peut voir, et il y a lieu d'être surpris que cette remarque n'ait pas été faite, que les matières azotées dites extractives (osmazôme de quelques auteurs) sont incoagulables par la chaleur, les acides, etc., et ont presque toutes les propriétés qui caractérisent les peptones, si bien qu'il serait difficile de dire en quoi elles diffèrent.

Or, rien de plus remarquable que de voir les chylifères (2), la veine porte (3) et ses continuations capillaires, les veines hépatiques (4), c'est-à-dire les veines qui reçoivent le plus directement les produits de la digestion, être précisément

(1) Le sang, pour sa part, peut sans doute régénérer quelques-uns de ces éléments par l'albumine.

(2) Lehmann, *Précis de chimie physiologique animale*, traduction de Ch. Drion. Paris, 1855, p. 154.

(3) Idem., *ibid.*, p. 149.

(4) Idem., *ibid.*, p. 149.

beaucoup plus riches en ces mêmes matières dites extractives (peptones?) que tous les autres vaisseaux de l'économie.

Pour nous, ces peptones viennent de trois digestions principales : une intra-gastrique, une intra-intestinale, une intra-veineuse. Toutes trois concourent au même but, la transformation des aliments azotés en substance nutrimentaire, et ne diffèrent que par des conditions variées d'action. Quoi de plus dissemblable, en effet, que l'estomac, vaste poche, et le pancréas, glande compacte ; et cependant, quoi de plus semblable que leurs produits, les peptones? Quoi de plus différent que le tube duodénal et les capillaires mésentériques ou porto-hépatiques? or, quoi de plus semblable que la digestion qui s'y opère?

Insistons sur ce que les divisions capillaires qui réunissent et confondent la veine porte et les veines sus-hépatiques paraissent favoriser par un contact plus intime l'action du ferment pancréatique : 1° sur les matériaux azotés du sang ; 2° sur les substances incomplétement digérées, et néanmoins absorbées des aliments, de telle sorte qu'après le déversement de ces capillaires dans les veines sus-hépatiques, les produits de la digestion intra-veineuse sont bien plus abondants qu'au début dans la veine porte.

Cette digestion prolongée dans les veines montre ainsi la raison pour laquelle l'augmentation des matières azotées extractives (albuminose) du sang, déjà notable dans la veine porte, se trouve encore beaucoup accrue dans les veines hépatiques. On peut lire, en effet, dans l'ouvrage de Lehmann (p. 149), que le sang des veines hépatiques renferme « tant de matières extractives et une quantité d'eau relativement si petite, que la totalité de ses principes solides est plus grande que celle du sang de toute autre provenance. »

Nous aurions encore à faire exactement les mêmes observations, si nous avions à nous occuper ici de la digestion intra-veineuse des aliments dits respiratoires, et de cette transformation de l'amidon et de la dextrine en *glycose* qui, s'opérant dans le duodénum sous l'influence du suc pancréatique, se continue au milieu du sang porto-hépatique, par le simple mécanisme de cette digestion prolongée intra-veineuse.

Mais, pour terminer notre travail en rentrant dans son sujet spécial, disons que ce qu'il y a de plus certain, c'est que le suc gastrique et le suc pancréatique modifient les caractères des aliments qui sont confiés à la digestion; que ces aliments sont transformés par le suc gastrique comme par le suc pancréatique en peptones et albuminoses, et que c'est de l'albuminose que rencontrent les vaisseaux qui vont puiser dans le tube gastro-intestinal les éléments digérés de la réparation de tous les organes et du sang lui-même.

FIN.

# DEUXIÈME MÉMOIRE.

---

## UN MOT

SUR LES

## CONNAISSANCES ANTÉRIEURES

A CE TRAVAIL.

# UN MOT

SUR LES

# CONNAISSANCES ANTÉRIEURES.

---

La fonction, très-digne de la méditation des praticiens, dont nous venons de donner pour la première fois des preuves multipliées avait été, comme nous l'avons dit dans notre première page, entrevue par Purkinje et Pappenheim (1836).

Mais, soit que les quelques expériences qu'ils avaient faites et qui sont rapportées par Valentin (1) aient paru peu concluantes, soit que le courant d'opinion erronée qui avait porté les Allemands à admettre que les infusions de presque tous les tissus de l'économie (2) avaient des propriétés pareillement dissolvantes, aient

(1) *Froriep's Notizen*, t. XIV, 1836. Dans ce recueil, Valentin, après avoir rapporté (p. 208) le fait de la dissolution de l'albumine et de la fibre musculaire sous l'influence du suc gastrique, obtenu par infusion suivant Purkinje et Pappenheim, — signale ce qu'il leur a vu faire et dit : « L'infusion de la muqueuse de presque tout l'intestin et du pancréas forme aussi une liqueur digestive ».

Il ajoute : « Ce qu'Éberlé avait dit en partie. » — Mais si l'on consulte l'ouvrage d'Éberlé (*Phys. der Verdauung*), on voit que dans la partie précise, c'est-à-dire expérimentale, Éberlé ne démontre pas la dissolution digestive des aliments azotés insolubles dans l'eau, par le suc pancréatique seul, en dehors de l'influence du suc gastrique. Ce n'est que dans sa « *théorie* de la digestion », qu'Eberlé suppléant aux faits par les hypothèses anciennes, répète avec elles : « Le suc pancréatique fait une fluidification plus grande et une solution du chyme. » (P. 327.) — « Le suc pancréatique *porte* (!) *à l'assimilation* et favorise la formation du chyle *en tant que* substance animalisée ! » (P. 254.) — « Sa fonction consiste en digestion et assimilation. — Le mélange des sucs digestifs (bile, suc pancréatique) fait le changement. » (P. 312.) Pures suppositions du XVII$^{e}$ siècle ! Cette dernière va être répétée par Bernard.

Nota. Quoique ceci soit étranger à notre sujet je dois remarquer que Valentin avait soupçonné, dans ce compte rendu, l'importance que l'administration des sucs digestifs pouvait prendre dans la pratique.

(2) Éberlé, *Phys. der Verd.*, p. 78.

enlevé à celles du pancréas toute signification fonctionnelle sérieuse, l'opinion universelle des savants éteignit la lueur aperçue par Purkinje et Pappenheim, et de 1836 à 1856 il ne fut plus question de l'idée nouvelle. Une double méprise expérimentale eut, suivant nous, cette funeste influence :

A. En premier lieu, c'était sur — quelques grains — de substances alimentaires que les Allemands avaient fait leurs recherches (1).

Quelle foi ajouter aux résultats (à supposer qu'on pût les apprécier) de telles expériences? Les erreurs les plus étranges pouvaient se légitimer, et elles eurent lieu en effet. C'est ainsi qu'Éberlé en était parvenu à assimiler le nez à l'estomac, à l'intestin, au pancréas pour la faculté dissolvante sur les aliments azotés. (Burdach. *Phys.*, trad. Jourdan, t. IX, p. 316 )

B. En second lieu, il s'agissait de digestion ; donc, il s'agissait de savoir s'il y avait eu, non point fonte, ni division, mais dissolution et *véritable transformation* des aliments. — Quelle quantité avait été dissociée ; quelle autre dissoute ; quelle quantité enfin, digestivement transformée? Là était la question, là était la solution.

Or, n'est-il pas évident, que c'était sur des quantités d'aliments au moins voisines de celles des repas qu'il aurait fallu agir. Seul moyen d'assigner utilement à chaque organe, d'après la perfection et la puissance de ses effets, sa hiérarchie fonctionnelle.

Mais, chose étrange! même aujourd'hui, nous voyons Brucke et la plupart desphysiologistes allemands, qui s'occupent de la digestion, explorer encore celle-ci le plus souvent à l'aide.... *d'un flocon de fibrine* (2).

C'est ainsi que ces savants s'obstinent, avec ces expériences d'infinitésimale digestion, à courir à des erreurs inévitables, à priver leurs travaux souvent considérables et leurs assertions de toutes preuves valables (3) ; alors qu'il eut été si facile, en grossissant l'objet de leur recherche, de l'approprier à une observation facile, rigoureuse et dès lors convaincante !

(1) Ils agissaient sur 5, 10, 20 centigrammes d'aliment humide valant au maximum 5 centigrammes de matériaux azotés secs ou réels ! ! Comment, avec des expériences ainsi conduites, déterminer et prouver plutôt la désagrégation que la transformation ou la dissolution des aliments?

(2) Quand on verrait même cinquante flocons de fibrine se digérer avec l'infusion d'un organe, quelle preuve que cet organe est destiné à digérer *un repas?*

(3) Pour nous, on n'est sûr de rien, on ne prouve rien, eu égard à l'étude des fonctions digestives, à moins d'agir sur 10, 20, 40 grammes d'aliments azotés. Ici les erreurs *se voient ;* ce qu'on prouve est prouvé.

C'est ce que nous avons fait ; et ce qui nous a permis d'être très-affirmatif dans le courant de ces présentes expériences. L. C.

La chimie pure ne se défie-t-elle pas de ses résultats lorsque les corps interrogés sont en trop minime quantité ?

Une double méprise expérimentale, mais d'un autre genre. fut ce qui, après Purkinje et Pappenheim, conduisit Bernard (1) à méconnaître l'action — propre — et digestive — du pancréas sur les aliments azotés ; ce dont fût cause, aussi, la trace, malheureusement non encore effacée, d'une doctrine ancienne :

Reniant leur maître, Van Helmont, les médecins des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles ne consentaient point, en effet, à reconnaître des sucs ou ferments digestifs « ayant en propre leur puissance » : tout ferment digestif pour eux ne paraissait acquérir une puissance propre qu'après être né du mélange et par le conflit nécessaire de deux corps ou sucs par eux-mêmes inertes chacun.

C'est ainsi que Sylvius avait fait naître le ferment gastrique du concours des aliments avec la salive : « Ex hujus (alimenti) reli- » quiis inter rugas ventriculi remanentibus, regeneratur continuo » hoc fermentum (gastricum) salivæ delabentis beneficio. » Dualité mixte qui allait s'étendre au ferment digestif intestinal

Au moment de la découverte du suc pancréatique par de Graaf, les opinions de Galien régnaient souverainement en physiologie comme en médecine, et à la lettre.

Galien avait signalé la similitude de la digestion avec la fermentation vineuse : LA DIGESTION avait ses résidus ou fæces dont se séparait le chyle pur ; et, tout pareillement LA VINIFICATION avait sa lie — dont se séparait le vin fait et pur.

Mais, dans la vinification un bouillonnement se fait dans la cuve. Il *devait en être... de même*, pour la digestion.

En conséquence, pour les médecins d'alors, la présence, le conflit de deux corps, surtout, lorsqu'il était dénoncé par une effervescence, un bouillonnement pareil à celui de la cuve, était la plus belle preuve qu'un ferment digestif venait de naître.

La bile déjà connue, le suc pancréatique découvert, leur semblèrent la dualité créée pour faire naître la force digestive, le ferment dans l'intestin par un conflit. Veut-on savoir pourquoi l'on s'obstinait à vouloir que le suc pancréatique fût acide?

C'est que la bile était alcaline. L'antagonisme éclatait ; dès lors, plus de doute, le conflit, le bouillonnement, la naissance du ferment étaient inévitables.

Sylvius avait déjà dit : « Necesse est ut succus pancreaticus et » bilis in se mutuo agant (2). »

(1) Voy. p. 120 à 123 de cette *Collection de mémoires*.
(2) Sylvii *Opera*, p. 323. Amst.

Mais le vrai triomphe fut pour Schuyl qui, ayant imaginé de poser une ligature aux deux extrémités du duodénum vivant, montra l'intestin distendu par l'effervescence due aux gaz dégagés par le conflit tant recherché du suc pancréatique et de la bile : « Invenimus spatium, vinculis interceptum, vehementer distensum, » adeo rupturam minaretur (1). »

Telle fut cette théorie, si tenace, que Spallanzani fut encore obligé d'en démontrer l'inexactitude pour le suc gastrique. (Op. II, 687.)

Quoiqu'il en soit, deux méprises expérimentales surtout complétèrent l'erreur de Bernard.

A. Par la première, il oublia que la digestion dans l'intestin est — *extrêmement rapide* (2) ; — dès lors, dans ses essais de digestion externe — par le suc pancréatique, — il laissa les expériences se prolonger « comme s'il se fut agi de l'estomac et de son suc », c'est-à-dire, beaucoup trop longtemps ; — dès lors, la putréfaction arriva, et, à cause de cette faute, il fut amené à conclure, que les matières azotées ne se dissolvent dans le suc pancréatique qu'en se putréfiant (3).

B. Par la seconde méprise, il eut des résultats contradictoires. Ne sachant les expliquer, ni commander par la sûreté de ses expériences leur apparition séparée, il invoqua la bile et fut confirmé dans la première erreur.

Cette seconde méprise consista, à ignorer que c'est entre la cinquième et la septième heure du repas qu'il faut saisir le pancréas, et non point à une autre, pour surprendre, *à coup sûr* et sur le fait, son action propre — dissolvante — digestive — rapide comme dans l'état normal, et par conséquent, sans putréfaction.

De la cinquième à la septième heure du repas, en effet, le pancréas entrant vraiment en fonction, est chargé de son ferment digestif et donne — ou l'infusion puissante, si l'on prend l'organe, — ou le suc actif sur les aliments azotés, si l'on recueille celui-ci par la fistule. La fonction se dévoile d'une manière énergique, nette, irréfragable. En expérimentant de la sorte, plus de prise au doute ; c'est là ce qu'il fallait connaître.

C'est ainsi que balloté par l'inégalité, la contradiction de ses

(1) Schuyl, *Pro vet. med.*, p. 68.

(2) 5 à 6 fois plus rapide que la digestion gastrique. (V. Appendice : parallèle, p. 2.)

(3) C. Bernard. *Leçons de physiologie expérimentale*, t. II, p. 441, l. 30. Ayant remarqué quelques exceptions dans les glandes, les muscles, il se sert du mot « *macération* » (*Mémoire sur le Pancréas*, p. 129, l. 37) ; expression scientifiquement choisie pour exprimer qu'il n'y a là rien de commun avec une dissolution physiologique) digestive.

résultats ; variations inextricables causées par le fait même de ses deux méprises expérimentales, Bernard fut conduit à apporter, sans SÉRIE de faits *précis*, à l'opinion de Purkinje et de Pappenheim toutes sortes de restrictions, et finalement à conclure que la bile était nécessaire à la dissolution des aliments azotés, que le mélange de ces deux sucs seul digérait vraiment, — le suc pancréatique n'ayant pas d'action qui lui fut propre !

Ainsi, partageant la conviction de *tous*, que les aliments azotés se dissolvent dans l'intestin, il avait apporté — trois restrictions considérables à la digestion par — une Action Propre du suc pancréatique, savoir : que ce suc ne peut digérer : 1° *que* les aliments qui ont été préparés par le suc gastrique ; 2° *que* ceux qui ont été cuits ; 3° *que* si le suc pancréatique, a acquis par son mélange avec la bile, des propriétés digestives « qui ne lui appartiennent pas en propre » ; en ajoutant, que hors de là, il macérait, altérait, décomposait, c'est-à-dire, putréfiait les aliments.

Si le suc pancréatique seul « *altère* » les aliments azotés, ce n'est, disait Cl. Bernard, que « une sorte de dissolution dans certaines de leurs parties (*Mémoire sur le Pancréas*, p. 129, ligne 3) ; « mais bientôt ce ramollissement se transforme en une *véritable putréfaction* » (1).

Parlant de l'action du suc pancréatique seul sur les aliments azotés : « En résumé, dit-il, le suc pancréatique, quand il agit sur les matières alimentaires, les modifie de manière à entraîner leur *décomposition* » (2) ; « les matières azotées ne s'y dissolvent *qu'en se putréfiant* ».

Les trois ouvrages où cette question, même à plusieurs années d'intervalle, se trouve agitée exposaient uniformément la même idée :

« Les matières azotées ne se dissolvent dans le suc pancréatique qu'en se putréfiant très-rapidement quand elles sont crues, et moins rapidement quand elles sont cuites. » (Cl. Bernard, *Mém. sur le Pancréas*, p. 129, ligne 29, 1856.)

« Le suc pancréatique, mis en contact avec de l'albumine d'œuf cuit, de la caséine retirée du lait par l'acide acétique et du gluten, a entraîné la décomposition putride de toutes ces substances, excepté de la caséine qui conservait au mélange une réaction acide. » (Cl. Bernard, *Leç. sur les propr. physiol. des liquides*, t. II, p. 400.)

« On a remarqué que la décomposition putride était d'autant plus rapide que le suc pancréatique était plus normal. » (*Leç. sur les propr. physiol.*, t. II, p. 400, 1858.)

(1) *Mémoire sur le Pancréas*, p. 129, l. 5.
(2) Même mémoire, *ib.*, l. 26.

Puis à l'action digestive que, Purkinje et Pappenheim avaient cru trouver, Cl. Bernard opposait ses RESTRICTIONS.

« Le suc pancréatique DEVIENT capable de digérer les aliments azotés (sans les putréfier), *à condition* qu'ils soient cuits. » (*Mémoire sur le Pancréas*, p. 130, ligne 20.)

« Le suc pancréatique dissout les matières azotées, *pourvu* qu'elles aient été préparées par le suc gastrique. »

« Le suc intestinal (composé de bile et de suc pancréatique) dissout les aliments azotés, en suivant une marche différente de la *putréfaction proprement dite qui a lieu dans le suc pancréatique seul*; cette propriété est due à la présence de la bile. » (*Mémoire sur le Pancréas*, p. 139, ligne 27.)

« La bile intervient positivement pour communiquer à ce liquide des propriétés spéciales. » (*Loc. cit.*, p. 139, ligne 40.)

Enfin, tout à fait clairement :

« L'ACTION QUE LE SUC PANCRÉATIQUE EXERCE SUR LES MATIÈRES AZOTÉES NE PARAIT PAS ÊTRE UNE ACTION QUI LUI SOIT PROPRE. » (Cl. Bernard, *Leçons de physiol. expérim.*, t. II, p. 441, ligne 30.)

Au mélange donc, au mixte seulement : l'action digestive.

Mais quand il fallait donner au mixte un suc prééminent, Cl. Bernard se trouvait, on le conçoit, autant embarrassé que l'avaient été les promoteurs mêmes de cette doctrine des mixtes.

Tantôt alors avec de Graaf, qui avait dit : « *Succus pancreaticus alimentorum fluiditatem auget* » (1), Cl. Bernard se prononçait pour le suc pancréatique, et disait : « C'est, en effet, le suc pancréatique qui a la propriété spéciale de dissoudre les aliments azotés » (2).

Tantôt avec Sylvius, qui avait écrit : « *Bilis massam alimentorum fundens* » (3); il s'adressait à la bile, et disait au contraire : « La bile intervient positivement pour communiquer au liquide mixte des propriétés spéciales » (4); « il faut que les aliments aient été préparés par la bile » (5); après avoir, par une erreur absolue, doué le fluide biliaire d'un pouvoir dissolvant sur le tissu du pancréas (6).

(1) De Graaf, *De succo pancreatico*, p. 95.
(2) Bernard, *Mémoire sur le Pancréas*, p. 136, l. 26.
(3) Sylvii *Opera*, p. 882.
(4) Bernard, *Mémoire sur le Pancréas*, p. 139, ligne 4.
(5) Id., *loc. cit.*, p. 145, ligne 31.
(6) Quand on met le pancréas divisé, dans de la bile, il s'y dissout; mais la bile est inutile, elle n'y est pour rien. On peut éloigner toute trace de bile, et le phénomène se produit toujours; car c'est, au contraire, le suc pancréatique lui-même, comme nous l'avons démontré, qui dissout *par autodigestion* le pancréas, dès que le tissu en est divisé.

L'explication de ces propriétés — de la bile, qui n'est rien sans le suc pancréatique, — du suc pancréatique, qui n'est rien sans la bile, et n'a pas d'action qui lui soit propre, — était difficile.

Comme les promoteurs de la doctrine des mixtes, Cl. Bernard était encore bien embarrassé.

Il ne pouvait accepter leur effervescence. — Dès lors, il fallait varier cette théorie du mixte pour la conserver.

Cl. Bernard, en conséquence, déclara que le suc pancréatique *concourait* seulement à la digestion que la bile *dirigeait*.

Pour le suc pancréatique, « je ne veux pas dire qu'il soit l'agent d'une digestion complète de toutes les substances (azotées), car il ne peut agir convenablement sur elles, qu'après que le suc gastrique et la bile les ont préalablement modifiées et préparées ; mais ce qu'il y a de positif et ce que l'expérience démontre, c'est que le suc pancréatique concourt... (1). »

Quant à l'action de la bile (2), « elle paraît être une sorte d'action de présence qui DIRIGE les décompositions alimentaires sous l'influence du suc pancréatique, de telle façon que les décompositions digestives ne donnent pas lieu aux mêmes produits qui résulteraient d'une « *décomposition spontanée* » telle que la produit le suc pancréatique seul.

En un mot, suivant Sylvius et Cl. Bernard, *c'est la* DUALITÉ, *le « mixte*, qui amène la digestion, fonction bien différente de la putréfaction proprement dite, qui, suivant les expressions répétées de ce dernier, *a lieu* dans le suc pancréatique *seul*.

A ce moment, en face de *la dualité nécessaire*, en face des *restrictions* de ce dernier savant, des *dénégations* de l'universalité des physiologistes, le principe de la personnalité des sécrétions digestives, l'action propre du suc pancréatique, la réalité, l'étendue, la nature même de la digestion intestinale, restaient fâcheusement en suspens.

On ne savait lequel, du suc intestinal, pancréatique, biliaire, ou du suc gastrique, versé dans l'intestin ou du mélange digérait les aliments azotés (3).

Pas un traité de physiologie national ou étranger qui ne reflétât ce malaise.

Tous les ouvrages allemands, en effet : Muller, *Handbuch*

(1) Bernard, *Mém. sur le Pancréas*, p. 145, ligne 33.
(2) Id., *loc. cit.*, p. 145, ligne 13.
(3) Pour beaucoup, cette digestion intestinale s'opérait par le suc gastrique ! en particulier pour J. Béclard. *Traité élém. de phys.*, p. 237, 2e édit.

*der Physiologie*, 1845; Wagner, *Lehrbuch der Physiologie*, 1845; Donders, *Die Nahrungstoff*, et *Handbuch der Physiologie*, 1856; Kroger, *De succo pancreatico*, etc., sans compter les ouvrages spéciaux de Zander, Frerichs, Bidder et Schmidt, qui avaient précédé; tous les ouvrages français : Bérard, *Leçons de physiologie;* Béclard, *Traité élémentaire de physiologie*, 1856; Bouchardat et Sandras, *Recherches sur la digestion* (*Annuaire de thérapeutique*, 1843, 1846); Colin, *Physiologie des animaux domestiques;* Mialhe, *Chimie appliquée à la physiologie*, 1856, etc., etc.; — tous les traités anglais condamnaient par le silence ou la dénégation la plus importante des fonctions du Pancréas.

Tel était l'état de la question lorsque je fis connaître les recherches expérimentales qui m'avaient occupé.

On savait bien qu'il existe dans le duodénum du gastrique, suc intestinal, du suc pancréatique, de la bile, et que l'intestin digère par ce mélange. C'était de vérité banale.

Ce qu'il fallait à la science, c'était de connaître la part, la spécialité, l'étendue d'action de chaque suc.

Aujourd'hui, par le fait de nos recherches, l'action PERSONNELLE et PROPRE du suc pancréatique dans la digestion des aliments azotés est démontrée.

Telle est la part que nous croyons avoir eue à cet avancement de la science.

Cette action énergique du pancréas est aussi importante que celle de l'estomac, aussi distincte de la putréfaction que la vie l'est de la mort.

Nous ajoutons que les conséquences de la découverte de cette fonction pour la pathogénie et la thérapeutique des dyspepsies intestinales sont considérables (1).

(1) Voyez les Corollaires ou inductions pathologiques : ceux du premier mémoire page III du premier résumé, ceux des autres mémoires, page XXIV du second résumé.

CONTRIBUTION NOUVELLE

A L'ÉTUDE DES LOIS QUI RÉGISSENT

# LA DIGESTION

INTESTINALE ET GASTRIQUE

1859

# CONTRIBUTION

A

# L'ÉTUDE DES FONCTIONS DU PANCRÉAS

---

I

RÉPONSES A DEUX OBJECTIONS. *A* : C'EST A LA CINQUIÈME HEURE (1) DU REPAS QU'IL FAUT PRENDRE LE PANCRÉAS POUR Y SAISIR TOUTE L'ÉNERGIE DIGESTIVE. *B* : LA RÉACTION DU MILIEU EST INDIFFÉRENTE POUR QUE LA DIGESTION PANCRÉATIQUE S'EFFECTUE.

Depuis la publication du précédent mémoire, où se trouve démontrée pour la première fois, je crois, la fonction digestive du pancréas sur la classe des aliments azotés, aucune objection ni confirmation n'ont paru en France sur ce sujet; mais en Allemagne, où l'enseignement et la presse scientifiques sont si admirablement agencés pour l'indépendance et les progrès de la science sous toutes les impulsions individuelles, ces recherches ont été soumises aussitôt à la CRITIQUE EXPÉRIMENTALE.

Les vifs encouragements (professeur O. Funke dans *Schmidt's Jahrbücher*, 1858, janv. n° 1, p. 21 à 25), les dénégations absolues (*Nachricten Gœttingen*, 14 août 1858, Keferstein et Hallwachs); les confirmations formelles (prof. G. Meissner, *Verdauung der eiwesk.* dans *Zeitschrif f. ration. med.* de Henle et Pfeuffer, dritte R bd. VII, 1859), qui ont accueilli successivement ce mémoire, me font un devoir d'apporter à la question une nouvelle contribution.

A.

A peine M. O. Funke avait-il dit qu'il faudrait de nombreuses expériences pour renverser mon mémoire que MM. Keferstein et Hallwachs affirmèrent que ce que j'avais vu était absolument faux,

(1) Ceci variant suivant la nature du repas, ainsi qu'on verra par les travaux publiés postérieurement à celui-ci, il est plus exact de dire : à la cinquième ou sixième heure.

terminant par cette conclusion leur écrit adressé à l'Académie des sciences de Gœttingue : « Nous contredisons absolument les vues de M. Corvisart, le suc pancréatique ne dissout pas l'albumine coagulée. »

Ainsi, devant mon affirmation que *toutes* les substances azotées peuvent être digérées par l'action isolée du pancréas, celle qui est relative à l'albumine se trouvait seule attaquée.

Cependant, quelques mois après, M. Meissner déclarait, d'après ses recherches de contrôle, que ce que j'avais dit était parfaitement vrai, que non-seulement le pancréas, par une action particulière à sa sécrétion, dissout l'albumine coagulée, mais encore qu'il la transforme en peptone.

Je ne m'occuperai ici que de la dénégation.

Mes expériences, qui sont nombreuses, n'ayant reçu leurs conclusions de ma part qu'après mûre vérification, j'étais embarrassé, car, à qui disait *non*, je n'avais guère qu'à *répéter* oui; je me déterminai, toutefois, à offrir à l'Académie des sciences de Gœttingue mon mémoire incriminé et à la prier d'accepter, comme ma réponse, le récit de la seule expérience suivante et dont voici les termes (1).

« Un chien griffon, du poids d'environ 12 kilos, jeune, à jeun » depuis quinze heures, n'ayant pas bu, reçut *dans le duodénum* » lié aux deux extrémités 34 grammes d'albumine d'œufs durcis » par une ébullition prolongée un quart d'heure dans l'eau, puis » séparés des coquilles et du jaune, et qui avaient été pilés gros- » sièrement dans un linge.

» (20 grammes de la même albumine furent, en outre, mis » dans l'estomac pour avoir, comme dans l'état physiologique, » une digestion gastrique simultanée; tout passage des aliments » hors du ventricule étant empêché par la ligature du commen- » cement du duodénum et une autre établie à la région cervicale » de l'œsophage.)

» Dans cette opération, le pancréas ne fut ni touché, ni même » aperçu; on se servit des tubes (2) pour introduire d'un coup » l'aliment dans l'intestin, puis dans l'estomac, et les précautions » indiquées aussi page 9, et qui toutes me semblent nécessaires » au succès de l'opération, furent scrupuleusement suivies.

» Quinze heures après, l'animal fut tué par strangulation. » Le duodénum était gonflé, rouge, injecté; sorti du ventre et » vidé, il présenta 150 grammes d'un liquide neutre ou bien fai-

(1) V. *Nachr. Götting.*, n° 6, mars 1859, rapport par le professeur Wagner; *Zeitschrift für rat. med.*, 1859, et *The Lancet*, juin 1859.

(2) Voy. page 9, note 2.

» blement voisin de l'alcalinité, sans aucune odeur de putréfac-
» tion, visqueux, formé du mélange des sucs pancréatique, biliaire
» et intestinal sécrétés et des aliments digérés par eux.

» En effet, ce liquide ni le duodénum *ne renfermaient* plus
» *aucune trace* des 34 grammes d'albumine coagulée mis primiti-
» vement, sauf cinq ou six fragments mous et ténus d'albumine
» échappée à la digestion, encore reconnaissables, ne s'élevant
» pas à 4 grammes.

» (L'estomac renfermait 250 grammes d'un liquide acide, au
» milieu duquel l'albumine solide avait également disparu par
» dissolution digestive.)

» A. *D'où il suit, tout au moins, que l'albumine est réellement*
» *dissoute dans le duodénum, par* LES SUCS *et le liquide mixte qui y*
» *sont versés.*

» Alors on examina le pouvoir du suc pancréatique réduit à lui
» seul :

» La glande pancréatique du même chien, prise par le fait en
» pleine période digestive gastrique et duodénale, fut visitée, elle
» était d'un blanc rosé, sans trace de déchirure ni d'ecchymose,
» elle fut enlevée, découpée finement, mise dans 200 grammes
» d'eau, maintenue vingt-quatre heures dans un bocal fermé à
» une température qui varia entre 7 et 12 degrés th. cent., afin
» d'enlever par infusion le suc pancréatique. Je filtrai alors et je
» recueillis 180 grammes d'un liquide rougeâtre, visqueux, qui ne
» révélait à un papier de tournesol, soit rouge, soit bleu et très
» sensible, ni une acidité, ni une alcalinité prononcées.

» Ce suc pancréatique, sans aucun mélange de suc intestinal *ou*
» *de bile*, fut essayé en digestion artificielle sur de l'albumine
» d'œuf cuit comme précédemment et pilé.

» Après quatre heures de séjour à l'étuve maintenue à 40 de-
» grés th. cent. la quantité de l'albumine solide *disparue*, digérée,
» transformée en peptone, s'éleva à 45 grammes de l'albumine
» primitivement employée (1).

» B. *D'où la conclusion encore plus précise que l'albumine coagulée*
» *peut être digérée en grande quantité, par l'intervention* DE CE SUC
» PANCRÉATIQUE seul, *par une action à lui propre, et sans aucune*
» *intervention des sucs intestinaux ou de la bile*, etc.

» L'expérience réfute donc absolument les dénégations de
» MM. K... et H...

» En outre, sur quelques grammes de l'infusion, j'ai constaté un
» pouvoir digestif sur la fibrine fraîche, non cuite, qui, calculé pro-

(1) Voyez ultérieurement la cause de ce chiffre élevé page 195, note 1 : de l'influence de la digestion gastrique sur l'activité fonctionnelle du pancréas.

» portionnellement, s'élèverait à la digestion de 60 grammes de
» fibrine par l'infusion entière d'un pancréas.

» Ces digestions avec l'infusion du pancréas, comme la vivisection elle-même, furent faites en présence de MM. les docteurs » Kühne, élève de M. Wœhler et Wagner, et Snellen (d'Utrecht), » élève de M. Donders, présents alors à Paris. »

Telle est ma réponse *de fait*, je ne crois point qu'il y ait présomption de ma part à la dire claire.

La réponse relative *aux principes* qui ont guidé MM. Keferstein et Hallwachs, est aussi nette, et préservera peut-être les expérimentateurs de vaines recherches.

Ces messieurs avaient déclaré que leurs expériences portant sur la fistule et l'infusion étaient les plus précises qui aient été faites; mais ils se sont fait illusion, car leur précision n'a commencé qu'à l'étuve, or il importait *surtout de l'appliquer dans le ventre même des animaux dont ils voulaient examiner la fonction.*

Ces messieurs, en effet, ont agi irrationnellement : 1° en prenant le suc pancréatique d'un animal pourvu *déjà malheureusement depuis huit jours* d'une fistule; 2° en faisant des infusions de pancréas non choisis à une époque *précise et rationnelle* de la digestion.

1° J'avais prévenu, dans mon mémoire, que les tubes opposés au canal excréteur, c'est-à-dire les fistules pancréatiques, donneraient des résultats tellement variables, qu'il serait « impossible avec elles de poursuivre une recherche ».

MM. Keferstein et Hallwachs, croyant dogmatiquement à quelque légèreté de ma part, ont persisté à faire une première série d'expériences par ce procédé, elles ont été négatives.

Par un excès mal entendu de prudence expérimentale, ils se sont mis, en outre, dans les plus mauvaises conditions, et cela en préférant pour le recueillir et en faire l'essai, le suc pancréatique sécrété après huit jours de l'irritation sans trêve apportée par le tube, au suc sécrété *aussitôt* après l'opération.

Il est évident, en effet, que le suc pancréatique recueilli presque au moment de l'opération est le seul voisin de l'état normal, la première quantité qui s'écoule étant *celle qui se trouvait déjà physiologiquement formée dans la glande avant l'opération.* Comment ne pas voir que c'est celle-ci qu'il faut s'empresser de recueillir ?

Plus on attend ensuite, plus la sécrétion pancréatique s'éloigne du type physiologique. Chaque organe, en effet, a sa sensibilité spéciale, l'œil ne s'accommode point d'un gravier comme s'en accommode la bouche, le pancréas ne s'accoutume nullement des

fistules à la manière de l'estomac, lequel est fait à la présence des corps étrangers.

Cette différence est si palpable que d'une part, les fistules pancréatiques, au lieu de pouvoir persister des années, comme celles de l'estomac, tombent fatalement au bout de quelques jours ou de quelques semaines, et que dans le cas de fistule pancréatique, à partir des premières heures, du deuxième ou troisième jour au plus tard, la puissance du suc commence à s'altérer profondément; cela ayant lieu soit par le fait d'une diminution dans le poids des matériaux solides, soit seulement par le fait d'une altération dans les propriétés des ferments sécrétés, sans diminution de poids.

Au huitième jour, l'affaiblissement est à son apogée; à cette époque, le suc pancréatique est dans l'état où il est quand on l'a fait bouillir, il a perdu tout pouvoir sur les substances albuminoïdes, quoiqu'il puisse encore émulsionner les graisses et donner une réaction alcaline.

C'est ainsi que la manière de procéder de MM. Keferstein et Hallwachs par les fistules donnera toujours des résultats négatifs.

Il est de fait que, pour avoir le suc pancréatique le plus normal possible, il faut prendre celui qui a été formé dans la glande avant l'opération : *c'est dans cette condition remplie que réside la supériorité du procédé par infusion* d'un pancréas pris à un animal qui vient d'être tué à l'instant même.

2° C'est ce procédé de l'infusion qui a fourni la deuxième série d'expériences de MM. Keferstein et Hallwachs.

Mais ici, encore, ils ont agi d'après une grande erreur.

Il ne suffit point, en effet, de prendre un organe sécréteur aussitôt après la mort pour y saisir la sécrétion; n'est-il point évident qu'*il faut saisir la glande, de préférence, au moment de toute son activité sécrétoire?*

C'est ce que n'ont pas fait ces messieurs. Cette nouvelle faute les a confirmés dans leurs résultats négatifs.

Il en aurait été autrement s'ils avaient, comme je le conseillais, répété mes expériences exactement comme je les avais exécutées. Celles que j'ai rapportées dans mon mémoire étaient faites, en effet, avec des infusions de pancréas pris à des animaux dont le duodénum et l'estomac étaient pleins d'aliments digérés au moment du sacrifice.

M. Meissner a déclaré nettement qu'il a obtenu des infusions actives en ayant soin de prendre le pancréas à des animaux en digestion (1858).

C'est un précepte formel.

J'ajoute : si l'on donne un repas mixte et abondant à un chien jeune et bien portant, qu'on tue l'animal *vers la cinquième ou sixième heure de ce repas*, qu'on enlève aussitôt le pancréas, l'infusion de la glande fournira le summum de l'activité digestive (1).

Lorsque l'estomac vient de recevoir des aliments, le pancréas peut bien laisser écouler quelque liquide, mais le moment réel de l'activité glandulaire et *de la force efficiente du suc pancréatique*, est bien postérieur à l'ingestion des aliments, il correspond exactement au moment où, l'estomac ayant épuisé son action, le duodénum commence à intervenir.

Chez le chien, c'est vers la cinquième ou sixième heure ; à cette époque, l'estomac contient *encore* des aliments, le duodénum en contient *déjà*.

Si l'on vient avant, le duodénum est encore à l'état à jeun et le pancréas impuissant; si l'on vient après, le pancréas est épuisé.

Ainsi que Montègre était arrivé à nier obstinément l'action digestive du suc gastrique, et jusqu'à son acidité, parce qu'il examinait ce suc à l'état de jeûne, de même MM. Keferstein et Hallwachs ont été conduits à nier l'action digestive du suc pancréatique sur l'albumine, pour avoir considéré comme indifférents les états de plénitude ou de jeûne, pour n'avoir pas saisi qu'il y a, en outre, un moment d'état à jeun pour le duodénum qui n'est point celui de l'estomac, comme celui de l'estomac n'est point celui de la bouche, l'arrivée des aliments étant successive, et pour n'avoir pas saisi le pancréas et son suc au moment physiologiquement propice.

Leur bonne foi est d'ailleurs entièrement hors de cause ; qui fera comme eux, verra comme eux, négativement (2).

(1) A cette époque de la digestion, le suc pancréatique a une telle énergie, que, si l'on néglige d'arrêter à temps l'infusion de la glande, celle-ci, si elle est découpée finement, disparaît en partie dissoute et digérée par son propre suc, alors librement sorti des canaux, où il est normalement emprisonné pendant la vie.

L'infusion faite dans ces conditions peut souvent digérer 20 ou 30 grammes de fibrine en quelques heures, *et à froid* (10 degrés centigrades).

(2) J'ajouterai qu'il faut éviter, lorsque pour l'étude on prépare une infusion de pancréas, de piler la glande ou de l'agiter trop fréquemment avec violence dans l'eau, ou de prolonger l'infusion au delà du moment où la liqueur *devient trouble*. Dans tous ces cas, on reconnaît, à ce dernier signe, que le suc commence à agir sur les matières grasses de la glande elle-même ; plus tard, il aurait déjà agi sur la substance azotée. Or, de même que le suc gastrique, le suc pancréatique, en agissant, *s'épuise*. Pris en cet état, il ne montrerait plus à l'expérimentateur aucune action digestive.

En général, une infusion qui filtre obstinément trouble est en partie épuisée. A moins d'agir à une température très basse (7 à 8 degrés centigrades), la rapidité est la règle dans la préparation d'une infusion de pancréas comme des essais digestifs ; il

B.

*Travaux de M. Meissner sur le pancréas.* — Après MM. Keferstein et Hallwachs, M. le professeur Meissner a publié dans le *Zeitschrift fur rational. mediz.*, avril 1859 (après les avoir lues dès l'automne de 1858 au Congrès scientifique de Carlsrube), des expériences qui l'ont conduit à affirmer énergiquement non-seulement la dissolution des corps albuminoïdes, en dehors de toute putréfaction, par le pancréas, mais leur transformation en peptone, telles que je les avais annoncées. M. Meissner dit : « Mes résultats sont une confirmation complète de ceux de M. Corvisart, *seulement avec cette restriction qu'il faut que le suc pancréatique soit acide*, et non indifféremment neutre ou alcalin ou acide. »

M. Meissner est un expérimentateur habile et bien connu, sa dénégation est loin d'être indifférente.

J'ai, en effet, écrit sous la neuvième proposition : « Le suc pancréatique jouit *du grand privilége* d'agir également bien à l'état alcalin, neutre ou acide. »

Je renvoie d'abord aux pages 8, 19, 32, 33 de mon mémoire, dans lesquelles se trouve la relation de digestions d'albumine tentées soit naturellement dans le duodénum, soit à l'étuve avec du suc pancréatique, et effectuées avec une grande efficacité, *la réaction étant dûment constatée neutre ou même alcaline;* faisant remarquer que j'ai été conduit à affirmer cette *indifférence*, non pas seulement parce que j'avais cru l'avoir constatée pour l'albumine, mais parce que mes expériences digestives répétées sur la fibrine (p. 36, 40, 42), sur le tissu cellulaire et la gélatine (p. 67, 70), sur la musculine, la caséine (p. 92, 98), me conduisirent toutes au même résultat. Or, il ne s'agissait pas, dans ces essais comparatifs, de quantités impondérables, difficiles à apprécier, mais de 20, 30 ou 40 grammes de ces divers aliments azotés, dont la digestion s'effectuait sous l'influence de l'infusion alcaline, acide ou neutre d'un pancréas.

Mais l'objection de M. Meissner m'a fait de nouveau examiner si les mots « *également bien* » de cette neuvième proposition étaient réellement rigoureux.

J'ai consulté le registre des expériences, j'ai comparé les chif-

faut, d'un côté, suivre ceux-ci de quart d'heure en quart d'heure, car le suc pancréatique est très vite altérable, et, à cause de cela, il faut, d'un autre côté, les arrêter avant qu'il puisse y avoir aucun doute sur la cause de la liquéfaction des aliments.

fres exprimant le poids d'albumine digérée par un même suc pancréatique (mais varié de telle sorte que l'un fût neutre, l'autre alcalin, l'autre acide), j'ai remarqué qu'il y a bien des oscillations, mais seulement de quelques grammes, et telles qu'il me serait impossible aujourd'hui même, après de nouvelles expériences, de dire si, sur 40 grammes d'albumine, l'acidité ou l'alcalinité du suc pancréatique fait digérer 4 grammes de plus.

La même indifférence de la réaction s'est encore montrée quand je mettais dans le duodénum fermé des aliments à digérer ; la réaction au moment du sacrifice étant constatée tantôt acide, tantôt neutre, tantôt alcaline, le poids de l'aliment digéré varia peu. Il ne diminuait nullement d'une manière énergique lorsque la réaction était soit alcaline, soit neutre (1).

En terminant, je dirai que lors de l'expérience dont le procès-verbal a été rappelé, l'attention de MM. Kühne, Snellen et la mienne se portèrent très spécialement sur ce point de divergence, et qu'on peut lire :

Pour le duodénum : « Le duodénum présenta 150 grammes » d'un liquide *neutre ou bien faiblement voisin de l'alcalinité*, sans » aucune odeur de putréfaction, visqueux... sans plus aucune autre » trace des 34 grammes d'albumine coagulée primitivement mise, » que cinq à six fragments mous et ténus encore reconnaissables, » mais ne s'élevant pas à 4 grammes. »

Pour l'infusion du pancréas : « Après quatre heures de séjour » à l'étuve, la quantité de l'albumine solide disparue s'éleva à » 45 grammes de l'albumine primitivement employée. Or, même » avant l'adjonction de l'albumine il est dit : « le liquide d'infusion » ne révélait à un papier de tournesol soit rouge, soit bleu et très » sensible, ni une acidité, ni une alcalinité prononcées. »

Je crois devoir, en conséquence, rester dans mes conclusions, et dire : en quelque état, alcalins, acides ou neutres, que se présentent dans le duodénum les aliments échappés à l'estomac, le pancréas peut agir.

Je m'occuperai dans la suite de ce travail de développer d'autres points qui n'ont été que touchés dans mon premier mémoire, et d'abord du point suivant : en quel état se trouve l'activité efficiente du suc pancréatique dans les heures qui précèdent et les premières qui suivent le repas? quel est le type normal de cette activité? Quel est l'agent effectif de la sécrétion du ferment pan-

(1) M. Meissner a fait quelques expériences sur le cochon, animal chez lequel, par une grande exception, la pepsine a été reconnue incapable de cailler le lait (Wasman, dans *Traité de chimie de Graham*, article PEPSINE). Le suc pancréatique du cochon serait-il, aussi, incapable, par une autre exception, de digérer l'albumine s'il n'est acide?

créatique ; quel est, sous ce rapport, le rôle des actions sympathiques et celui de la digestion gastrique ?

Je ne saurais, toutefois, m'arrêter sans appeler de tous mes vœux le jour où il existera en France comme en Allemagne de vastes laboratoires physiologiques, pépinières d'activités individuelles, appelés à fournir à nos feuilles périodiques les appréciations graves et profitables qui procèdent de l'expérience, et non une critique ou trop craintive ou trop frivole.

Pour ne citer qu'un point de la science, n'est-il pas déplorable que cette partie de la physiologie de la digestion ne compte pas en France plus de trois ou quatre juges compétents tout d'abord par expérience, et qu'il n'existe point dans la totalité de notre pays deux laboratoires physiologiques ouverts non à l'activité absorbante du maître, mais à toutes les indépendances individuelles?

Quels progrès notre pays ainsi doté ne serait-il point alors à même d'accomplir!

Ne sent-on pas mûrir, pour la médecine, les fruits de la physiologie positive de la digestion?

---

# FONCTIONS DU PANCRÉAS

---

## RÉPONSE

A DES CRITIQUES ET A DES EXPÉRIENCES FAITES PAR M. BRINTON

1860

# FONCTIONS DU PANCRÉAS

## RÉPONSE

### A DES CRITIQUES ET A DES EXPÉRIENCES FAITES PAR M. BRINTON

Par Lucien CORVISART

M. W. Brinton m'a fait l'honneur de soumettre au contrôle de sa propre expérimentation (voyez la traduction de son travail, *Journal de Phys.* de Brown-Séq., 1859, p. 672), mes recherches sur le pancréas (1), ou plutôt sur quelques points de ces recherches.

Mais plusieurs considérations frappent de nullité les critiques de ce laborieux physiologiste.

En premier lieu, l'auteur s'est refusé à suivre la série d'expériences qui m'a éclairé et qui concerne les vivisections.

En second lieu, il a certainement été empêché, au moment où il a entrepris ou écrit ses recherches, de prendre connaissance de toute la littérature médicale sur ce sujet.

Sans cela, il eût sans doute répété les expériences que, à cette époque (*Zeitschrift f. rat. Med.*, 1859, dritte R., B. VIII), M. le professeur Meissner avait déjà faites et publiées, expériences qui, une fois de plus, avaient entièrement confirmé les miennes et prouvé l'action digestive énergique du pancréas sur les aliments albuminoïdes.

Il eût vu, de plus, par la réponse que j'ai insérée dans une courte notice (*The Lancet*, 18 juin 1859, et *Union médicale*, 23 juillet 1859), le vice d'expérimentation qui avait égaré MM. Keferstein et Halwachs dans leur opinion inverse.

(1) *Sur une fonction peu connue du pancréas*, par L. Corvisart, 1857-1858.

On sait que Montègre, étudiant le contenu sécrété de l'estomac, *cherchait toujours en vain* le suc gastrique, parce qu'il le cherchait sans cesse à l'état de jeûne ; il avait été, par cette voie obstinée, conduit à nier l'existence du suc gastrique qui, montré par Spallanzani, sautait déjà aux yeux de tous !

MM. Keferstein et Halwachs, mes contradicteurs, tombant dans une erreur du même genre, avaient frappé leurs expériences d'impuissance, parce qu'ils avaient méconnu que c'est non pendant le jeûne qu'il faut prendre la glande pancréatique pour y saisir son ferment et son activité, mais pendant la digestion même (sixième heure du repas chez le chien).

Comme Montègre, comme MM. Keferstein et Halwachs, M. Brinton a aussi volontairement frappé d'impuissance originelle la plupart de ses observations.

M. Brinton paraît d'abord être également tombé dans l'erreur de MM. Keferstein et Halwachs ; il ne dit point qu'il ait choisi pour ses expériences le pancréas pris à la sixième heure du repas. Il est tombé ensuite dans une seconde erreur grave.

« Il faut éviter, disais-je (page 132, note 2, et *Lancet*, » 18 juin 1859, p. 607), lorsque pour l'étude on prépare une » infusion de pancréas, *de piler* la glande ou de l'agiter trop fré- » quemment avec *violence* dans l'eau, ou de prolonger l'infusion » au delà du moment où la liqueur devient *trouble*. »

J'avais eu soin de donner cet état d'opalescence comme un indice qui devrait faire rejeter, comme impropres à la recherche des propriétés physiologiques digestives, les infusions qui seraient arrivées à cet aspect pendant la préparation des expériences.

Pour voir et saisir dans le suc pancréatique l'activité digestive qui lui est inhérente, il ne faut point, en effet, arriver au moment où cette activité *s'est épuisée* par une digestion préalable ; or, on reconnaît précisément à cet état trouble que le suc pancréatique a commencé à digérer les matières grasses de la glande elle-même, c'est-à-dire à s'épuiser.

Un peu plus tard, le suc pancréatique aurait déjà digéré une partie de la substance azotée de la glande elle-même, par une *autodigestion* véritable, comparable à l'autodigestion de l'estomac sous l'influence du suc gastrique (1). Prise en cet état de *trouble*, l'infusion du pancréas pourrait ne plus montrer à l'expérimentateur aucune action digestive.

(1) On trouvera dans le *Jahresbericht* de Canstatt, de cette année 1860, des faits dus à MM. les professeurs Valentin et Schiff, qui sont entièrement confirmatifs de cette autodigestion que j'ai décrite (*The Lancet*, 18 juin 1859) : « Lorsque le pancréas est pris à un chien à la sixième heure du repas, le suc qui y est renfermé est tellement énergique que, si l'on prolonge un peu trop l'infusion de la glande, si celle-ci est

Or, ces conditions fâcheuses, que j'indiquais afin qu'on se prémunît très spécialement contre elles, M. Brinton les a précisément suivies, et il s'en félicite ! Comment serions-nous d'accord ?

« Le procédé que j'emploie généralement, dit-il, consiste à » couper menu un certain poids de pancréas, avant de l'*écraser* » dans un mortier de porcelaine. Le tout est alors *filtré et donne* » *un liquide opalescent* (*presque laiteux*) ; ce procédé est à beau- » coup d'égards supérieur à celui de Corvisart. »

On ne pouvait faire pire chose, car en voulant perfectionner mon procédé, M. Brinton a détruit dans le suc pancréatique la totalité ou une partie de sa propriété physiologique digestive, et là où il était permis de constater des résultats toujours considérables, il s'est mis dans la condition de ne rien voir !

Au reste, on remarquera que mes précautions pour prendre le pancréas juste à la sixième heure du repas, pour éviter, avant et après la mort, de *froisser*, de *piler* la glande, de *prolonger* l'infusion du pancréas, de laisser le temps à celle-ci de devenir trouble, m'avaient conduit à trouver des effets digestifs toujours énergiques ET SEMBLABLES, dans la limite de la similitude des faits physiologiques ; le malheureux point de départ de M. Brinton l'a mené, au contraire, à flotter incessamment de mes contradicteurs à ma manière de voir.

Tantôt M. Brinton écrit :

« Quelquefois on ne voit aucune dissolution digestive. »

Tantôt il déclare que :

« Une solution *énergique* a lieu quelquefois. »

Ici il écrit :

« La solution s'accompagne d'une putréfaction incontestable. »

Tantôt bien au contraire :

« Une solution énergique a lieu souvent alors qu'on ne dis- » cerne qu'une odeur spéciale pénétrante, comme sirupeuse. »

Là il déclare comme moi que la solution est *rapide*, ici il la considère comme *lente*.

découpée trop finement et surtout trop souvent agitée avec violence, la température de + 40 degrés centigrades étant constante, la glande disparaît en partie dissoute et digérée par son propre suc, alors librement sorti des canaux qui l'emprisonnent normalement pendant la vie. » J'ai, devant de savants témoins, répété cette autodigestion du pancréas, avec le suc pancréatique recueilli d'un animal vivant, par mon procédé de la fistule. (*Union médicale*, 1860.)

Telles sont les incertitudes incessantes que se fût épargnées M. Brinton si les publications qui ont précédé ses expériences lui fussent venues entre les mains, et qu'il y eût conformé ses expériences.

Enfin, nous ajouterons que, bien que M. Brinton paraisse faire un certain rapprochement entre la putréfaction et la digestion par le pancréas, toutes les observations qu'il a exécutées et dans lesquelles il se développa une odeur, quelque légère qu'elle fût, de putréfaction, ne seront jamais regardées ni par nous, ni, je pense, par aucun physiologiste, comme des digestions!

Nous repoussons notamment l'expérience où, ayant constaté une impuissance digestive à un pancréas, M. Brinton laisse cinq jours entiers le liquide se putréfier, le met en contact avec de l'albumine, et prononce qu'il y a eu désormais dissolution et que la puissance digestive s'est accrue par la putréfaction (1).

En résumé :

1° Que M. Brinton ne prolonge jamais ses essais de digestion artificielle au delà du moment où l'odeur du liquide cesse d'être cette odeur *sui generis* du pancréas pris au moment même du sacrifice de l'animal;

2° Que lorsqu'il trouve un pancréas inerte, il n'aille pas chercher dans la putréfaction un aide pour la dissolution;

3° Qu'il ne pile jamais le pancréas ;

4° Qu'il repousse d'avance comme inerte toute infusion qui filtre trouble et lactescente ;

5° Qu'il ne prenne jamais de pancréas hors du temps que j'ai cru devoir assigner;

6° Qu'il préfère celui d'un carnivore, comme le chien, dont les temps de la digestion sont bien démarqués ;

7° Qu'il répète la vivisection qu'il s'est refusé bien gratuite-

(1) Le pancréas mis dans l'eau chaude est un des organes les plus putréfiables ; c'est un motif de plus de vigilance, lorsqu'on fait une recherche sur l'action digestive de son suc ou de son infusion. A + 40 degrés centigrades, la digestion de la fibrine est ordinairement terminée sans putréfaction à la troisième heure ; celle de l'albumine à la sixième ou huitième heure, si le pancréas a été extrait, et l'infusion faite moins de quatre heures auparavant. Or, une heure de macération à + 40 degrés centigrades suffit pour enlever à la glande tout son suc ; on doit donc extraire le suc par infusion et faire les mélanges digestifs avec une grande rapidité. Si le pancréas et son infusion sont plus vieux, si la digestion est plus prolongée, l'expérimentateur est en défaut et laisse presque fatalement venir la putréfaction.

Toute infusion de pancréas qui, pour digérer l'albumine ou la fibrine, demande à une température de + 40 degrés centigrades plus de temps que celui que nous venons d'indiquer (trois à six heures), doit être considérée comme *inerte*, privée de son pouvoir digestif normal. Prolonger l'essai digestif au delà de ce temps, c'est vouloir transformer un acte physiologique en une expérience de putréfaction.

ment de faire, et sans rappeler les expériences confirmatives du professeur Meissner, ni celles vues par MM. Khüne, Snellen, Moritz Schiff, etc. J'ai plus que l'espoir que, dégagées d'un faux point de départ, les expériences instituées par l'esprit habile et méthodique de M. Brinton, lui feront rapidement une conviction ferme sur le point de mon mémoire qui lui a paru intéressant ; il trouvera sans doute alors que j'ai raison en disant que je reste très inébranlable dans mes conclusions (1).

(1) Voir à l'appendice le nouveau mémoire que, après cette réponse, j'ai lu, le 20 mars 1860, à l'Académie de médecine : parallèle, etc., conditions de bonne et de mauvaise expérimentation.

DIGESTION ÉNERGIQUE DES ALIMENTS AZOTÉS[1]

# PAR LE PANCRÉAS

DÉMONSTRATION NOUVELLE ET COMPLÉMENTAIRE PAR LA FISTULE

(Lu le 20 mars 1860 à l'Académie impériale de médecine)

suc pancréatique, et que je soutiens, lui est propre et personnelle, est puissante à un haut degré.

Dans une troisième série enfin, le ferment actif (pancréatine ?) fut séparé des autres éléments de l'infusion, comme de toute sécrétion étrangère ; or il montra exactement les mêmes propriétés fonctionnelles élevées.

Le professeur G. Harley vint appuyer de son habileté expérimentale plusieurs de mes résultats (1).

Je crus avoir avancé la question ; et j'espérai, par ces résultats précis, nettement exprimés, ramener les physiologistes qui, comme Frerichs, Bidder et Schmidt, etc., etc., avaient consacré, sous ce rapport, l'abandon du pancréas.

Mais, on le voit, hors celles pratiquées dans le duodénum vivant dans lequel le suc pancréatique s'écoulait naturellement de ses conduits, la plupart des expériences qui servirent de base à mon premier mémoire, celles qui furent, à diverses époques, répétées devant MM. Kühne, Snellen, Milne Edwards, Flourens, Philippeau, Vulpian et Bernard lui-même, avaient été faites, afin d'éliminer l'intervention des sucs intestinal, biliaire, gastrique, *surtout avec le suc pancréatique pris par infusion à la glande.*

Il restait donc à ceux dont je combattais les convictions un dernier déni à poser : à savoir que la diversité des résultats pouvait venir d'une diversité de procédé expérimental, que le suc RECUEILLI PAR LA FISTULE était préférable pour expérimenter, parce qu'il s'écoulait par ses conduits naturels, et donnait des résultats négatifs opposés à ceux que j'avais fait connaître.

Les anciennes opinions de M. Bernard avaient, en effet, été acquises par le procédé de de Graaf modifié ; enfin, un élève de M. Schmidt, M. Screbiski, après la publication de mes recherches, publia un mémoire dans le sens des travaux de son savant maître, fit bon marché des expériences que j'avais faites, appliqua des canules fistulaires, et déclara que ce suc pancréatique naturel était tout à fait dépourvu des fonctions que j'attribuais au pancréas.

Ce qu'il faut reconnaître, c'est que, *à priori*, il s'établit tout de suite une présomption favorable au procédé de la fistule, laquelle permet de contempler l'écoulement du suc goutte à goutte pendant la vie.

On ne peut méconnaître toutefois que si recueillir le suc par le canal excréteur est évidemment bien, se confier AU SUC QUE DONNENT UNE GLANDE ET SON CANAL BLESSÉ PAR L'EXPÉRIENCE ET L'OPÉRATION, *est une très mauvaise condition.*

(1) *Contrib. to our Knowledge of digestion.* 1860. *Jan. the British and foreing med. journ.*

Mais d'abord (1) sans discussion préalable, porter la question sur ce terrain préféré, était le plus convenable ; c'est ce que j'ai fait en présence des mêmes savants, à l'exception de MM. Kühne, Snellen et Schiff, qui étaient absents.

Toutefois, employer ce procédé tout à fait comme on avait fait, eût été sans doute marcher au même résultat, car ce qu'on disait était assurément ce qu'on avait vu.

Je devais chercher à faire mieux et à profiter surtout de la connaissance de certaine loi de corrélation fonctionnelle, formulée par moi en mars (2) et juillet (3) 1859.

Cette loi, son développement, ses conséquences feront le sujet d'un prochain mémoire, mémoire qui, pour la seconde partie, sera constitué par un travail expérimental, confirmatif, accompli en commun, sur ce sujet, avec le professeur Schiff pendant les vacances d'octobre de l'année 1859.

A la suite de mes expériences de 1857-1858, faites avec le procédé de l'infusion, j'avais en effet reconnu que deux séries de résultats pouvaient se présenter à l'observateur.

1° Tantôt l'infusion du pancréas, c'est-à-dire le ferment contenu dans la glande, se révèle comme inhabile à digérer, de sorte que, si on le met avec des aliments à l'étuve, la putréfaction de ceux-ci peut être seule remarquée.

C'est cette série très réelle de résultats négatifs qui rend compte de la bonne foi des contradictions obstinées des auteurs allemands, comme elle explique les incertitudes, les retours de M. Bernard (4), l'opinion touchant la putréfaction et les dénégations qui m'ont été opposées.

Or, il résulte des expériences que j'ai entreprises que cette sé-

(1) Voyez p. 130, et à l'appendice : *Parallèle entre le procédé de l'infusion et celui de la fistule*, p. 6.

(2) *Gaz. hebd.*, VI, p. 442, 456 ; *Schmidt's Jahrbucher*, vol. CII, n° 5, p. 244, et l'*Union médicale*, 1859, t. III, p. 149, donnent la formule de cette loi pour les heures.

(3) Dans la *Gazette hebdomadaire de médecine*, 1859, t. VI, p. 456, je prévenais que j'exposerais « comment le pancréas ne se charge pas de ferment pancréatique en » l'absence de digestion et de peptone gastrique ; comment une *pure action sympa-* » *thique* de l'estomac sur le pancréas est aussi impuissante pour cet objet que l'absor- » ption ou la production, quelque grandes qu'elles soient, de *peptones intestinales.* » La formule que je donnai alors arborait déjà le principe de la loi, et, dès cette époque, je proclamai la nécessité *du transport des peptones gastriques* pour que le pancréas effectue la formation et se charge de ferment pancréatique, je reléguais au deuxième plan ce qu'on croyait devoir toujours occuper le premier, l'excitation sympathique ou nerveuse ; cette matière première, les *peptones gastriques*, est si nécessaire, que, sans elle, le pancréas reste impuissant, la sécrétion, si elle exerce, n'est douée que d'un pouvoir digestif insignifiant.

(4) Voyez notre introduction historique, § V.

ment serait le plus normal possible et le plus riche en propriétés.

Au contraire, si l'influence fâcheuse de l'opération se faisait sentir, ce ne pouvait être que sur la deuxième portion de ce suc, dès lors il était facile de se contenter de la première portion, et, pour plus de sécurité, rejeter, dans les expériences, comme suspect ce qui continuerait à s'écouler après la deuxième heure de l'opération.

Si, par le fâcheux effet de cette dernière, et dans les deux premières heures elles-mêmes, l'issue du suc n'avait pas lieu, l'expérience était simplement à recommencer.

Dans un grand nombre de cas, il arriva, malgré une grande rapidité d'opération, que l'écoulement du suc pancréatique ne commença, ainsi que cela s'est montré à tous ceux qui ont fait des fistules pancréatiques, que six, douze, dix-huit heures après (1), comme si, pendant ce temps, la sécrétion s'était pathologiquement suspendue ; dès lors, ne pouvant attacher de confiance aux qualités de ce suc tardivement écoulé après l'opération (peut-être même formé sous l'influence pertubatrice de celle-ci), je le rejetai.

Je fus plus heureux dans un bon nombre d'autres cas; *l'écoulement commença aussitôt, et je pus recueillir sans interruption tout le suc qui fut fourni par la glande dans les deux heures qui suivirent l'opération*, heures qui, d'après mes dispositions, coïncidaient précisément avec l'époque de la perfection la plus élevée de la fonction pancréatique (sixième et septième heure du repas), et la plus grande richesse de la glande en ferment. Ayant ainsi toutes les garanties possibles d'exactitude, j'obtins tantôt 15, tantôt 20 et jusqu'à 45 grammes de suc pancréatique durant ces deux heures favorables ; l'expérience de digestion fut aussitôt pratiquée. « Constamment ce suc opéra, sur les divers aliments azotés, une digestion si prompte, si pure, si élevée, que deux ou trois de ces expériences eussent à elles seules suffi pour établir la fonction que j'avais par tant de moyens interrogée ; j'ai beaucoup multiplié ces expériences, sans que ce résultat affirmatif variât ; mais, pour ne pas fatiguer l'attention *par des redites incessantes*, je citerai seulement l'expérience suivante ; elle se trouve disposée pour montrer si les propriétés digestives, reconnues par moi au suc extrait par le procédé de l'infusion, existent également dans le suc recueilli par la fistule, par elles le lecteur connaîtra toutes les autres.

Un chien de moyenne taille (10 kilogrammes), griffon, jeune, fut opéré de la fistule pancréatique après la cinquième heure d'un repas ; il s'écoula pendant les deux heures et demie qui suivirent

(1) C'est à ces cas malheureux et excessivement fréquents que je fais allusion p. 12.

(sixième et septième heure de la digestion) une quantité de suc pancréatique égale à 45 grammes.

Celui-ci était transparent, sirupeux, alcalin, coagulable par la chaleur; mais nous ne cherchons point ces caractères.

L'important était de l'appeler à résoudre les deux questions suivantes :

1° Est-il vrai ou *non* que le suc pancréatique dissolve et digère les aliments azotés?

2° Est-il vrai ou faux qu'il ne puisse les digérer qu'avec l'aide décisif de la bile, de la cuisson ou du suc gastrique, c'est-à-dire *n'ait pas d'action propre*, suivant l'affirmation de M. Bernard?

Les 45 grammes de suc pancréatique furent divisés en trois portions destinées chacune à digérer un aliment différent qui se trouvait tout préparé, de sorte que l'expérience digestive s'accomplissait déjà dans l'heure même qui avait suivi l'issue du suc hors de la glande vivante.

La première portion (15 grammes) fut mise avec 5 grammes de fibrine crue et fraîche (1) de sang de bœuf, et portée à l'étuve chauffée à la température du corps (+ 42 degrés centigrades). Après deux heures, la totalité de la fibrine était fondue, dissoute, digérée, sans aucune trace de putréfaction.

La deuxième portion (15 grammes) fut mise avec 5 grammes d'albumine d'œuf cuit reconnu absolument frais et inodore, et agitée tous les quarts d'heure. Après quatre heures, l'albumine était désagrégée, ramollie, et la majeure partie des 5 grammes était dissoute, disparue, sans aucune trace de putréfaction.

Pour la troisième portion, on prépara une expérience plus frappante encore : on sacrifia un chien; on prit aussitôt son pancréas, on le découpa finement, on l'épuisa par un lavage à l'eau froide et très abondant de toute matière soluble, on le pesa, on prit la dixième partie de ce pancréas CRU, et on le donna à titre d'aliment à cette troisième partie (15 grammes) du suc pancréatique écoulé en deux heures de la fistule; on agita tous les quarts d'heure le bocal porté à l'étuve.

A la huitième heure, il ne restait plus trace visible de ce pancréas; il avait été dissous, le tissu cellulaire compris, entièrement digéré (2) par une AUTODIGESTION VÉRITABLE!

(1) On l'avait retirée, deux heures auparavant, du sang au sortir de la veine.

(2) On peut obtenir l'*autodigestion* du pancréas d'une manière plus simple : il suffit de prendre à un chien le pancréas à la sixième heure d'un repas, on découpe finement le pancréas; on le met dans 150 grammes d'eau. On le maintient huit heures à l'étuve à + 42 degrés centigrades, en agitant tous les quarts d'heure. Après ce temps, la

Après de tels résultats, que répondre aux contradictions et à la *thèse* de M. Screbiski (1), qui prétend que le suc pancréatique ne dissout pas plus les aliments azotés que *l'eau pure ?*

Trouver dans aucun de ces cas, qui eurent pour témoins, dans le laboratoire de M. Flourens, le secrétaire perpétuel de l'Académie, MM. Milne Edwards, Rayer, Philippeaux, Vulpian, Bernard lui-même, aucune trace de putréfaction, nier la dissolution, invoquer l'action d'aucun adjuvant (2), était chose matériellement impossible.

Il en fut de même dans les autres recherches.

Donc, par les expériences faites à l'aide du suc pancréatique issu de la fistule, naturel, pur, la question se trouve toujours résolue dans un sens constant :

« *L'action du suc pancréatique est une action à lui propre, très* » *énergique, s'exerçant sans trace de bile ; elle n'a rien, néanmoins,* » *de commun avec la putréfaction* (3). »

D'un autre côté, comme ces aliments ainsi digérés, n'avaient préalablement touché ni l'estomac ni la bile, comme la fibrine et le pancréas employé à titre d'aliment n'avaient subi aucune espèce de cuisson, il se trouve manifeste que la seconde question se résout encore ainsi qu'il suit :

« *Il est faux que le suc pancréatique n'ait d'action que sur les ali-* » *ments qui ont été préparés, soit par la cuisson, soit par le suc gas-* » *trique ou la bile; la nécessité de ces* ADJUVANTS *est une erreur ;* » *le suc pancréatique agit parce qu'en lui réside sa puissance* » *entière.* »

majeure partie du pancréas a disparu, digéré non pas seulement par le suc d'un pancréas voisin, mais par son propre suc. Après moi, M. Schiff a déjà répété cette expérience avec succès. On voit toujours que la bile n'a rien à faire dans ces dissolutions.

(1) Dorpat, 1859.

(2) La fibrine et le pancréas étaient crus ; le suc gastrique, le suc intestinal, la bile, absents, n'avaient pu intervenir pour rien dans le phénomène.

(3) La digestion duodénale pancréatique, qui d'ailleurs se fait à l'abri du contact de l'air, est *extrêmement* rapide. Si le suc pancréatique, au lieu d'être très altérable, eût été peu putréfiable comme le suc gastrique, la nature n'eût pas sans doute fait le séjour des aliments, et leur digestion pancréatique dans le duodénum si rapides à côté de la lenteur de la digestion gastrique. (Se reporter p. 2 du *Parallèle*, appendice.) — Si on la fait très longue dans des bocaux, on ne peut manquer de putréfier les aliments ; mais est-ce là une expérience physiologique ? M. Screbiski, pour me contredire, ne m'a évidemment point lu, car il m'accuse de faire durer des digestions artificielles un ou deux jours !

La précédente expérience n'a été présentée que pour résoudre des questions de fait : le Suc Pancréatique naturel digère-t-il ; digère-t-il les aliments azotés cuits ou crus ; sans préparation gastrique préalable ; sans bile ; en un mot par sa propre et seule action ?

Il ne s'agissait pas d'examiner le degré d'importance, l'étendue de cette action.

S'il se fût agi de cette dernière question, j'eusse apporté bon nombre d'autres expériences. Mais la suivante suffira :

Dans un cas préparé pour cette exploration, un chien de 25 kilos ayant, durant les douze heures d'une digestion gastrique et par un seul conduit fistulaire, donné 94 grammes de suc pancréatique, celui-ci digéra QUATRE-VINGT-DIX-SEPT GRAMMES d'albumine !

Puissance du Pancréas en tout comparable (1) à celle de l'estomac.

Ainsi se vérifie dans son existence, son énergie, son indépendance, cette fonction qui, malgré les restrictions, les retours et la controverse, s'établit et s'impose comme l'une des plus importantes du Pancréas.

(1) J'ai pu, à l'aide de tous les procédés réunis et comparés, déterminer la somme d'action digestive opérée sur les aliments azotés par le Pancréas, durant la période digestive entière, comme je l'avais fait pour l'estomac (voyez page 169 à 173 de ce livre).

---

APERÇU GÉNÉRAL

# SUR LA SÉCRÉTION

ET EN PARTICULIER SUR CELLE

# DU PANCRÉAS

(Mémoire lu le 26 février 1861 à l'Académie de médecine)

# APERÇU

SUR

# LES SÉCRÉTIONS EN GÉNÉRAL

On sait que l'incessant mouvement de la matière consumée ici par l'exercice de la vie, là, perpétuellement renouvelée d'une manière urgente par la nourriture, ferait de l'économie un réceptacle immonde et inerte, sans les sécrétions.

Sans aborder celles qui déterminent la succession de l'espèce, les sécrétions qui assurent la vie de l'individu convergent à ce grand but d'une manière bien différente.

Quoique capitale, cette différence est, il faut l'avouer, bien peu comprise dans la distinction classique des sécrétions en excrémentitielles et récrémentitielles, basée, en effet, sur un phénomène relativement peu significatif; aussi serais-je volontiers conduit à proposer une division plus physiologique.

On peut reconnaître en réalité deux sortes de sécrétions distinctes.

1° Les sécrétions émunctoires qui doivent rejeter des matériaux usés, dont la présence est désormais inutile ou nuisible à la vie, tels que l'acide carbonique, l'urée, etc. Ces sécrétions et leurs matériaux sont, en définitive, l'expression de fonctions éteintes, d'organes qui ont vécu, de résidus.

2° Les autres apportent, au contraire, à l'économie des *forces nouvelles*, et sont l'expression de fonctions qui vont *naître*, telles que les sécrétions séminale, gastrique, pancréatique, etc., dont la digestion et la fécondation dérivent, ce sont les sécrétions dynamiques.

Ce qui les distingue, c'est que les matériaux des sécrétions émunctoires cessent leur rôle biologique à l'instant qu'ils sortent de la glande, tandis que, au contraire, les matériaux des glandes dynamiques, loin de terminer, inaugurent, à l'instant même qu'ils sont sécrétés, celui qu'ils sont appelés à jouer dans l'économie.

On voit la différence radicale (1).

Ces deux sortes de sécrétions, concourant au même but par des voies essentiellement différentes, sont également importantes : sans les dynamiques, en effet (spermatiques, digestives, etc.), la vie cesse d'être engendrée ou entretenue ; si les émunctoires sont suspendues (comme par un arrêt de la sécrétion de l'urée ou celle de l'acide carbonique par le poumon), la vie se trouve comprimée, empoisonnée, s'éteint encore.

Sans rappeler les conséquences trop connues de l'exagération des sécrétions intestinales, du simple mais durable détournement de la salive ; celles de l'arrêt de la sécrétion de l'urée, de l'obstacle à celle de l'acide carbonique sont saisissantes !

Qui n'a présent à l'esprit tout ce qu'entraîne la brusque suppression de la sueur? car il est à remarquer que ce n'est point une conséquence locale qui suit l'altération d'une sécrétion ; l'effet morbide est général.

Aussi telle est l'importance des sécrétions qu'on peut affirmer que l'intégrité d'une seule est presque toujours plus nécessaire à l'économie que la conservation d'un membre !

Trop portée, peut-être, de nos jours, vers les études relativement faciles du système nerveux, la physiologie expérimentale a, en général, délaissé l'étude de la nature, ou, comme on dirait en Allemagne, du *processus* des sécrétions ; de sorte que les erreurs accréditées sont parfois bien grandes.

Pour n'en citer qu'un exemple, l'on enseigne journellement que, par des excitations galvaniques, physiques, chimiques, on peut instantanément provoquer la sécrétion.

Le bon sens ne répugne-t-il point cependant à admettre qu'un globule de graisse sébacée, un ferment digestif ou un spermatozoaire puisse naître instantanément d'une excitation galvanique?

Aussi nous pardonnera-t-on quelques généralités sans doute prises bien *ab ovo*, et une analyse sans doute aussi méticuleuse de la sécrétion, mais analyse et généralités nous paraissent importantes. Elles

(1) En aucune science il n'existe de classification absolument rigoureuse. Celle-ci n'échappe point à cette loi générale.

Il est évident que les sécrétions dynamiques éliminent toujours quelque substance émunctoire, quand ce ne seraient que les produits de désassimilation de la glande elle-même, mais le principe général n'en subsiste pas moins, comme la distinction. Certains matériaux émunctoires peuvent même remplir quelque rôle dans l'économie, comme le mucus qui lubréfie les surfaces, sans cesser pour cela d'être surtout destinés à l'élimination. Ce qui fait le caractère d'une sécrétion dynamique, c'est la création par la glande d'un principe spécial en vue d'une grande fonction, indépendamment de tout ce qui peut accompagner ce principe.

contribueront à rendre plus clairs les résultats de notre recherche sur le pancréas.

D'ailleurs, si nous nous sommes trompé, l'attention sera du moins attirée sur elles.

On sait que tout embryon, c'est-à-dire tout ovule ou œuf se développe, s'accroît et se configure d'abord sans système nerveux, sans vaisseaux; néanmoins on peut prévoir dans un ovule tel organe, tel caractère d'espèce, presque telle ressemblance individuelle, jusqu'à telles aptitudes diathésiques. Donc, à moins d'admettre pendant l'évolution du germe des générations *spontanées* non-seulement de substance matérielle, mais d'organes, il faut reconnaître que chaque élément du corps des parents se trouve représenté dans l'ovule par un élément infinitésimal mais réel, doué d'aptitudes spéciales et innées d'accroissement en volume et en nombre, « *par assimilation* », de configuration, de sympathies; aptitudes qui, mises en jeu PAR LA SEULE VIE VÉGÉTATIVE, avant toute vie de relation, suffisent pour amener tel élément histologique, telle forme individuelle ou collective de ces éléments, telle disposition anatomique de ces éléments des organes ou tels organes eux-mêmes, telles aptitudes fonctionnelles individuelles ou collectives de ces derniers, l'individu tout entier.

Ces propriétés individuelles inhérentes à chacun des éléments du germe, la distinction entre la vie végétative et la vie de relation, la constitution d'une anatomie nouvelle, l'histologie microscopique sont bien ce qui a mené un savant profond, M. Virchow, à la doctrine CELLULAIRE. « *Chaque animal représente une somme d'unités vitales.*

Mais, quoi qu'il en puisse être de la cellule ou de la MOLÉCULE, si l'élément organique et l'organe peuvent s'accroître et se configurer sans vaisseaux ni nerfs dans le germe, la vie végétative ou de nutrition *ne dépend point de l'essence même des nerfs et des vaisseaux.*

Rien ne surprendra dès lors si, dans la vie adulte, toute influence absolue ne vient pas, pour la nutrition et les nutritions locales des seuls nerfs et des seuls vaisseaux. Or, il en est à peu près de même pour les sécrétions.

La présente recherche sur le pancréas et les développements qui suivront, tendent, en effet, à reconnaître dans la sécrétion dynamique : un ACTE que l'on peut diminuer ou augmenter en grande partie indépendamment des pures actions vasculaires et nerveuses et sous des influences surtout nutritives, une MULTIPLICATION d'éléments essentiels à la vie, ferments, etc., par une sorte de nutrition locale dépendant, après la nature de l'organe et ses ap-

titudes moléculaires essentielles, non des excitations nerveuses ou des pressions vaso-motrices, non pas de la quantité ni de la rapidité, « mais de la QUALITÉ (1) DU SANG » ; de façon que ce point spécial de nos études nous ramènera à un grand principe, presque à la théorie cellulaire.

La sécrétion, grâce au même mot appliqué malheureusement à bien des choses différentes, est une fonction si obscurcie (2)

(1) Je n'entends point des qualités excitatrices, mais assimilatrices du sang.

Un sang artériel ou veineux peut être toujours excitateur, il n'est assimilateur que dans la période digestive. C'est de l'alimentation que vient cette qualité nutritive assimilatrice du sang.

(2) Le mécanisme de la sécrétion est un dédale dont les auteurs paraissent avoir hâte de sortir dans leurs trop rapides pages.

Deux hypothèses surtout ont été proposées. Suivant la première, les substances de la sécrétion préexisteraient dans le sang et ne feraient que se déposer ou passer dans la glande ; suivant la seconde, ce seraient les substances mêmes de la glande qui deviendraient, par un acte de désorganisation, de désassimilation, celles de la sécrétion.

Contre la première hypothèse, on voit que les matières communes du sang constituent seulement l'élément indifférent ou commun des sécrétions dynamiques ; mais on n'a jamais trouvé dans le sang les éléments spéciaux de celles-ci : la pepsine, la pancréatine, les animalcules spermatiques. Il y a donc élaboration, création dans la glande.

Pour appuyer la seconde hypothèse, on n'a guère poussé les études bien loin ; on a tenté de montrer que c'était l'épithélium des acini ou des canaux glandulaires qui créait ces matériaux par désassimilation ; mais rien n'a été prouvé.

Que la chose se passe par cet intermédiaire de formation et de désassimilation histologiques ou par tout autre, ce n'est pas ici le lieu de le discuter.

Ce que nous admettons comme indubitable c'est que tout, dans l'ovule fécondé, préexiste en substance ; de même nous admettons que la glande, au moment de son apparition, contient en quantité infinitésimale le ferment qui forme le caractère et le but de sa fonction.

Pour que la glande puisse prendre sa forme et son volume, on est conduit à admettre que les substances qui préexistaient en elles se sont multipliées, c'est-à-dire accrues en provoquant incessamment dans certaines substances étrangères qui lui sont apportées et ont avec elles le plus de ressemblance, une similitude, une *assimilation*. L'expression a consacré la netteté de cette loi. Pareille chose, suivant nous, se passe pour le ferment pancréatique.

Existant dans la glande simultanément avec la formation de celle-ci, ce ferment s'accroît ensuite par l'exercice des mêmes lois, c'est-à-dire en *assimilant* progressivement à lui-même dans la trame de l'organe certaines parties qui viennent de la nourriture modifiée sous forme de nutriments par la digestion, modifiée peut-être d'un degré de plus encore dans le sang qui les apporte. Cette assimilation est lente et peu profitable par le seul aide des matériaux que le sang contient pendant le jeûne. Elle est, au contraire, rapide, facile, abondante à l'aide de l'apport des peptones gastriques.

La diversité des glandes, la variété des nutriments, et par conséquent les différentes assimilations, expliquent ainsi facilement la diversité elle-même des sécrétions.

Mais, nous le répétons, admettre que, aussitôt qu'un nerf vaso-moteur est excité, une pression vive du sang provoquée, la *dilatation des vaisseaux opérée*, cette FORMATION de matériaux sécrétoires se trouve aussitôt effectuée en abondance et comme d'un coup de baguette, nous ne pouvons souscrire à cette théorie.

Ce que la pression du sang, la dilatation des vaisseaux provoquée par les expériences récemment faites peuvent rapidement produire, c'est l'*excrétion*, la filtration si l'on veut, en quantité variable, de certains matériaux préexistant dans le sang, comme l'*eau*, l'*albumine*, les *sels minéraux*, etc., excrétion qui prend le libre chemin des

que nous demanderons la permission d'en faire une analyse nouvelle, d'y reconnaître et dénommer trois actes bien distincts, savoir : 1° LA FORMATION SÉCRÉTOIRE ; 2° LA FILTRATION ; 3° L'EXCRÉTION.

1° LA FORMATION SÉCRÉTOIRE, constituée par la création de matériaux nouveaux *étrangers au sang* en même temps que caractéristiques de la glande : les animalcules spermatiques, par exemple, ou le ferment pancréatique qui fait le sujet de notre étude.

2° LA FILTRATION, soit le passage rapide dans la glande en proportion variable suivant chacune (1), des matériaux communs du sang, albumine, matières extractives, sels minéraux, et surtout en abondance de l'*eau du sang*, ayant pour but direct, soit de dissoudre les matériaux caractéristiques et fonctionnels créés par la glande (pepsine, diastase, pancréatine), soit de fournir un véhicule approprié à de tels matériaux (2).

3° L'EXCRÉTION, en dernier lieu, qui, effectuée par la contraction des acini et des vaisseaux excréteurs, contraction favorisée par la veine liquide résultant de la filtration, entraîne tous les matériaux mobiles, les porte en un endroit déterminé et favorable : vessie, duodénum, etc. (3).

Enchevêtrés, ces trois actes constituent la sécrétion entière, mais ils sont très distincts.

Ils peuvent se trouver séparés naturellement, c'est ainsi que la « *filtration* » est réduite à sa plus simple expression dans les

canaux glandulaires. L'esprit conçoit facilement un pareil effet, provoqué soudainement et sous les yeux mêmes de l'expérimentateur, par de telles causes.

Mais il en est autrement, s'il s'agit d'une élaboration sécrétoire, d'une création nutritive. Hardiment nous nous défendons de croire que de telles expériences aient produit une véritable sécrétion, une création.

(1) Passage souvent électif. L'urée passe surtout dans les urines ; mais il en existe toujours dans les glandes sudoripares. Celles-ci présentent aussi de l'acide lactique, des lactates ; mais le lieu surtout électif de celui-ci est la sécrétion gastrique. En un mot, presque jamais l'élection glandulaire émunctoire n'est absolue.

(2) On peut considérer l'acte de filtration comme un acte intermédiaire aux deux autres. S'il est lent, il maintient la glande dans l'état d'humidité et de nutrition nécessaire à sa vie, s'il est rapide, abondant, c'est sans doute la sécrétion, mais surtout l'excrétion qu'il favorise. En effet, son courant a une action d'entraînement, et la veine liquide qu'il fournit donne prise utile à la contraction des canaux excréteurs. Toutefois, l'acte de filtration, *en dehors de la qualité du sang*, appartient plutôt au groupe excréteur des actes de la sécrétion ; au contraire, la qualité du sang étant favorable, les actions vaso-motrices qui accélèrent la circulation et la filtration peuvent augmenter la FORMATION SÉCRÉTOIRE d'une manière indirecte, en apportant plus ou moins de ces matériaux favorables, peptones.

(3) Dans les sécrétions dynamiques, l'excrétion a pour but, après la filtration qui a lavé et liquéfié les principes caractéristiques formés, de conduire ces derniers au lieu favorable à la manifestation fonctionnelle pour laquelle ils sont créés. C'est en réalité un acte de translation, car le mot *excrétion* convient bien mieux à cet acte s'il s'agit de sécrétions émunctoires, dont le but est non de conduire, mais de chasser et d'expulser.

muqueuses à mucus pur, comme dans les narines; que les canaux « d'*excrétion* » font défaut dans la sécrétion glycogène; que, dans la spermatorrhée, la gastrorrhée, la *formation des produits caractéristiques* s'abolit, tandis que la filtration et l'excrétion s'accroissent à l'extrême.

Ces actes, étant distincts, peuvent obéir aussi à des lois absolument différentes. Je n'en prendrai qu'un exemple : l'urine, dont l'acte de filtration est à peu près constant et soustrait à la volonté, tandis que l'acte d'excrétion est au contraire intermittent et toujours volontaire.

Si j'insiste sur cette distinction de trois actes, c'est que, à mon sens, il en résulte des principes pratiques de la plus haute importance :

La filtration dépend surtout des excitations vaso-motrices, de la pression vasculaire ; l'excrétion est plus motrice encore. Toutes deux sont du ressort de la vie de relation (1), qui a ses lois spéciales.

La formation sécrétoire est sous la dépendance directe, au contraire, de la vie végétative ou de nutrition (2), dont les lois sont différentes.

De même que la recherche analytique de chacun de ces actes peut se faire par des procédés expérimentaux différents, de même c'est à des agents tout différents que le praticien devra avoir recours pour solliciter, ici, l'excrétion attardée; là, la filtration émunctoire des matériaux communs du sang; ici, enfin, pour rappeler la formation, c'est-à-dire la force et l'action d'une sécrétion dynamique épuisée.

Or, la physiologie jusqu'à présent fait défaut à donner ici de sûrs enseignements, et cela parce que la plus grande confusion y règne encore touchant le mode dont on doit étudier, c'est-à-dire ÉVALUER, dans des circonstances diverses, l'ACTIVITÉ des glandes sécrétoires ; c'est toujours à l'excrétion, à la quantité de liquide excrété qu'on mesure cette activité; rien n'est plus fâcheux.

La plupart des physiologistes, rebutés peut-être par l'obscurité de l'acte que nous appelons de « formation ou d'élaboration glandulaire », séduits par la facile observation de quelques qualités physiques et chimiques, et des phénomènes de l'*excrétion*, ne se sont guère occupés que de celle-ci.

(1) Il ne faut pas méconnaître *l'indirecte et réelle influence* que la circulation et le mouvement du sang exercent sur la nutrition ; mais cette influence dépend directement de la qualité du sang.

(2) La vie de nutrition générale ou locale dépend, chez l'œuf, des qualités des matériaux de l'œuf et de l'air, avant toute circulation ; chez l'animal formé elle dépend *des qualités* des fluides nutritifs circulants.

Pour amener la filtration et l'excrétion, il suffit, en effet, d'exciter, et l'observation est faite.

Les excitants de toutes sortes : électricité, pincement, frottement, alcalis, acides, sels, alcool, éther, sections de nerfs, ont été prodigieusement expérimentés.

De ce qu'il y avait aussitôt écoulement ou sécheresse, on a inféré qu'on avait aussitôt excité ou aboli l'ACTIVITÉ GLANDULAIRE, concluant ainsi, par une étrange confusion de faits et de mots, d'un acte seul, l'excrétion, à l'activité sécrétoire, à la sécrétion tout entière.

Les uns ont mis du vinaigre dans la gueule d'un chien, la salive sous-maxillaire s'est écoulée aussitôt en abondance ; d'autres ont coupé le nerf tympanico-lingual, puis pincé son bout central, l'écoulement salivaire, arrêté d'abord, a reparu ; d'autres ont excité par des frottements la membrane muqueuse de l'estomac, et ont vu sourdre des gouttes de liquide acide comme le suc gastrique ; d'autres, enfin, ont touché avec un acide l'extrémité duodénale du canal pancréatique, l'écoulement par ce canal s'est aussitôt effectué.

On a déclaré que l'activité sécrétoire avait été atteinte. Je le répète, dans toutes ces expériences, il était manifeste qu'on avait seulement provoqué l'excrétion, montré les excitateurs naturels de celle-ci, et cependant, quoique l'observation seule de cet acte ait été faite, presque toujours on exprime cette conclusion finale : qu'on avait EXCITÉ LA SÉCRÉTION (1), la substitution des mots masquant ainsi l'insuffisance ou l'erreur de la recherche.

En effet, de savoir, dans chaque expérience, si les liquides écoulés (2) avaient vraiment *acquis* par l'élaboration les propriétés digestives, ce qui était le plus important ; de rechercher, par une mesure, si ces propriétés avaient augmenté, diminué ou s'étaient maintenues au degré de l'état normal sous l'influence nerveuse ; si l'acte d'élaboration glandulaire, en un mot, avait été influencé de la même manière que la filtration et l'excrétion ; les physiologistes ne l'ont point fait.

L'excrétion eût-elle été riche en ferment, de rechercher si celui-ci ne préexistait point dans la glande avant l'expérience d'excitation nerveuse, ou avait été réellement formé « *pendant* et *par celle-ci* », on n'y a même point songé.

Non contents d'appliquer à l'activité la sécrétoire entière, ce qu'ils avaient vu pour la seule excrétion sous l'influence des excitants, les physiologistes ont été plus loin ; s'étant livrés aux résections

(1) Longel a toutefois sur ce sujet donné un grand exemple de prudence. Voyez *Physiologie du système nerveux*, art. PNEUMOGASTRIQUE.

(2) Voyez ce que j'ai observé pour le suc gastrique obtenu par les excitations mécaniques comparativement à d'autres, dans Longet, *Physiologie*, t. I, p. 181, 2e édition.

nerveuses, après avoir vu l'estomac rester sec après la section des pneumogastriques, le conduit de Warthon ne plus émettre de liquide après celle du nerf tympanico-lingual, ils ont, par un même système, toujours conclu de l'abolition d'un seul acte, celui de l'excrétion, à l'abolition, sous ces influences, de toute l'activité sécrétoire, sans s'être, par des expériences précises, enquis de savoir si, par hasard, durant les douze ou vingt-quatre heures qui suivaient la section nerveuse, la glande ne continuait pas à se nourrir, et à élaborer les principes importants, fonctionnels de sa sécrétion, et à s'enrichir de ces produits élaborés en raison même de la section nerveuse et de leur défaut d'expulsion.

Si donc l'étude des phénomènes et des causes de l'excrétion peut être aujourd'hui assez connue par ces données, celle des actes glandulaires qui dépendent surtout DE LA VIE DE NUTRITION, en un mot la formation et l'accroissement des principes essentiellement destinés par leur action fonctionnelle future au plus grand rôle, se trouve toute à commencer (1).

Les causes qui les produisent, les variations qu'ils peuvent subir ont également été négligées.

En résumé, lorsque l'on veut étudier l'excrétion, la filtration sécrétoire, tous ces procédés sont bons, mais ils sont absolument insuffisants s'il s'agit de faire connaître le type normal, et les variations que, sous les diverses influences, subit l'ACTE DE FORMATION SÉCRÉTOIRE, qui donne naissance aux ferments.

Aussi, quoiqu'on ait décrit parfois quelques modifications d'aspect physique, de couleur, de transparence, de densité, de saveur ou d'odeur dans les liquides excrétés, et, dans de rares occasions, quelques modifications chimiques constatées par l'analyse, on n'a point avancé d'un pas.

Ainsi, relativement aux sécrétions que nous étudions plus spécialement ici, nous pensons que la pure étude physique ou chimique est entièrement impuissante. En effet, l'analyse chimique n'a guère porté, en ces occasions expérimentales déterminées, que sur le moins important, sur l'eau, l'albumine, les sels organiques ou minéraux, substances qui, bien qu'issues de la glande, sont communes au sang, comme elles sont communes aussi à toutes les sécrétions. L'analyse quantitative des ferments a été particulièrement négligée ; l'eût-on faite, comment apprécier la quantité et la valeur de ces substances ?

(1) Burdach, bien qu'il l'ait fait d'une manière assez confuse, a le grand mérite d'avoir tout au moins posé un grand nombre de sages et profondes questions sur ce sujet (voy. *Physiologie*, vol. VII, AFFLUX DU SANG, FORMATION ORGANIQUE, etc.), mais il confond bien souvent, malgré tout, l'excrétion et la sécrétion.

Jamais physiologiste véritable ne saurait se contenter d'une pure analyse chimique pour l'appréciation de la qualité fonctionnelle des sucs digestifs, car ils doivent celle-ci à des ferments, c'est-à-dire à des corps encore très voisins de la vie. Ces corps, on le sait, pour une quantité et une composition identiques, peuvent jouir de propriétés fonctionnelles essentiellement inégales en puissance : telle la pepsine, qui, ainsi que je l'ai dit (*Dyspepsie*, 1854, p. 2, note), pour un même poids, une même composition, se montre tantôt inerte, tantôt efficace à digérer. Est-ce que la seule température de 70 degrés centigrades, sans en modifier sensiblement la composition chimique, ne change pas physiologiquement ce ferment du tout au tout de façon à le rendre inerte ?

On le voit, même pour l'étude de la *formation* plus ou moins *parfaite*, plus ou moins *abondante* des ferments digestifs, il faut employer d'autres moyens que ceux dont on a usé jusqu'à ce jour.

Qu'importent les qualités physiques, ces tableaux chimiques, si, quoique abondants, pesés, chiffrés, les principes fournis par la glande sont fonctionnellement impuissants !

Dans une sécrétion dynamique, ce qu'il faut savoir et connaître, c'est sa force.

Telle sécrétion adynamique est abondante qui, versée pendant la période digestive entière, produit un effet considérable, quels que soient son petit volume, le poids et la proportion de ses matériaux solides.

L'effet de la sécrétion salivaire (1), dans l'état actuel de nos connaissances, est de transformer l'amidon ; combien d'amidon a été transformé par : 1° la totalité de la sécrétion ; 2° dans un temps donné, celui de la digestion ?

Si elle a eu beaucoup d'effet, la sécrétion, pour nous, sera abondante ; sinon, elle est faible et pauvre.

Si l'on veut mesurer quelle distance sépare nos connaissances actuelles de cette vraie et utile physiologie de la digestion, je fais une question : Aurait-on quelque réponse du plus habile médecin en lui demandant s'il connaît des médicaments qui détruisent ou perfectionnent, *non pas l'excrétion*, mais la réelle FORMATION de la pepsine ou celle des spermatozoaires ?

La négligence de l'enseignement et des études est à tel point que cette question bien simple le laisserait néanmoins plus incertain et plus muet que pour résoudre les difficiles problèmes de la pathogénie de la rage ou de la nature de l'intelligence. Heureux encore si, renouvelant l'étrange confusion faite entre la simple excrétion et l'acte complexe de la sécrétion glandulaire, on n'obte-

(1) Sous-maxillaire.

naît pas, au bout de cette demande, la longue liste des excitants de l'EXCRÉTION SEULE, liste dans laquelle la plupart, faute d'enseignements physiologiques, puisent à l'aveugle, pour assurer ou ramener la PERFECTION des fluides digestifs !

Mais pour arriver à connaître les variations que la nature ou la science peut amener dans cette activité de l'acte *formateur*, élaborateur des ferments digestifs, une première chose est indispensable, il faut rechercher l'état normal, en reconnaître et mesurer le type.

Pour cela, au lieu de passer, à propos de chaque fonction, philosophiquement en revue tous les animaux de la création, il faut négliger cet étalage de science fausse, puisqu'elle est nécessairement à peine ébauchée sur chaque point. Qu'on se restreigne, pour ce qui nous occupe, à prendre un animal de genre, d'espèce unique, dont l'alimentation ordinaire ressemble le plus à celle de l'homme (le chien est l'animal le mieux approprié à cette exigence), qu'on prenne parmi ces animaux les plus semblables qu'il est possible par la façon de vivre, l'âge, la santé ; il faut étudier leurs habitudes, les influences qu'ils ressentent, dans les expériences comparatives ne faire jamais varier qu'une seule condition, et surtout pour arriver à connaître la fonction dans son état physiologique *commencer* par éviter toute condition expérimentale capable de troubler cet état, approprier les opérations à la délicatesse des organes, étudier l'action personnelle de celle-ci. Une fois un premier jalon vraiment exact posé et le terrain déblayé, on s'élève seulement alors à des expériences de plus en plus difficiles, à des vivisections plus hardies, mais dont on sait apprécier la valeur expérimentale.

Le premier jalon dont nous venons de parler, c'est l'état normal.

Examinons-le pour le suc gastrique.

Si la sécrétion gastrique était régulièrement continue ; si son abondance, pour un même temps, était invariable ; si le poids et la proportion de tous ses matériaux solides, ou de la pepsine seule, étaient égaux pour un même temps ; si l'activité de ce dernier et principal agent était proportionnelle à son poids, rien ne serait plus facile que de déterminer cet état normal. Mais la sécrétion est intermittente, et ne dure que pendant certaines heures qui suivent le repas ; elle varie d'abondance ; tantôt elle est aqueuse, tantôt concentrée ; la proportion de pepsine chimique qui y est contenue oscille ; bien plus, un même poids de celle-ci tantôt est très actif à digérer, tantôt est inefficace.

L'observation des variations dont nous venons de parler et l'emploi de la digestion artificielle pour évaluer, *par l'effet digestif produit*, la normale de l'activité sécrétoire de l'estomac montrent

toutefois que, pour le suc gastrique, cet état type ou normal n'est pas impossible à établir.

C'est, en effet, durant les douze heures (et surtout les six premières heures) qui suivent le repas que la sécrétion s'effectue ; son écoulement peut être observé, le suc peut être recueilli goutte à goutte dans une poche quelques jours après l'apposition de la canule gastrique, cette sécrétion peut être sainement appréciée parce que la canule appliquée à l'estomac, organe habitué au contact des corps étrangers, ne cause bientôt plus (et cela dès que la plaie est à peu près guérie) aucun trouble, aucune variation extraordinaire soit de quantité soit de force digestive dans le suc gastrique, dont on sollicite la sécrétion par des aliments difficiles à digérer.

Aussi j'ai déjà cherché, en 1856, à déterminer l'équivalent digestif du suc gastrique, ou plutôt l'équivalent digestif de la sécrétion gastrique pendant une période digestive entière, c'est-à-dire de douze heures.

J'ai d'abord trouvé que, en moyenne, un chien de 10 kilogrammes donnait par la canule, en un repas (douze heures), 250 grammes, en deux repas ou un jour, 500 grammes de suc gastrique susceptible de fournir, pour chaque 100 grammes, 5 grammes au maximum d'albumine-peptone sèche représentant un peu plus de 33 grammes d'albumine humide (1) digérée.

Toutefois j'ai remarqué que la quantité du suc dans l'état normal pouvait, suivant diverses circonstances, varier plus que la force ou l'activité de la totalité, quelle qu'elle soit, du suc sécrété pendant une période digestive entière (2) ; et cela tant pour des animaux d'un même poids que pour des animaux de poids variable.

Aussi vaut-il mieux, pour établir l'état normal de l'activité sécrétoire d'où résulte le ferment actif, se baser sur la quantité d'aliments digérés par la totalité quelle qu'elle soit, de la sécrétion gastrique pendant une période digestive entière, ou sur une fraction déterminée de cette totalité (3).

On peut dire que tout le suc gastrique écoulé par la canule (4) pendant les douze heures qui suivent un repas de 150 grammes de tendons demi-desséchés (5), chez un animal de 25 kilogrammes,

(1) Voyez Longet, *Traité de physiologie*, t. I, p. 183.

(2) Au début, à la fin d'une digestion, en effet, le suc gastrique a une force différente. Il faut juger par l'ensemble.

(3) On prend par exemple le quart, le cinquième de cette totalité pour l'expérimenter en digestion artificielle.

(4) La quantité de l'écoulement s'atténue extrêmement après les cinq premières heures du repas ; il y a aussi une variation irrégulière dans la concentration du suc.

(5) Je préférais les ligaments cervicaux du bœuf : ils sont alimentaires, le repas est véritable ; mais ils sont extrêmement longs à digérer ; on recueille donc le suc gastrique

quelle que soit l'abondance ou la concentration, la richesse ou la pauvreté en matériaux solides et pepsine de la sécrétion écoulée, que tout ce suc est capable de digérer, en moyenne, 200 grammes d'albumine humide (1).

Ainsi le suc gastrique écoulé pendant une période digestive de douze heures est capable de digérer environ 8 grammes d'albumine humide par kilogramme du poids de l'animal (25 : 200 : : 1 : 8) pour fournir à la rénovation du corps.

Tel est le type moyen de l'état normal.

Si la fibrine eût été consommée à la place d'albumine, la rénovation, par le fait du travail gastrique seul, eût pu atteindre près du double, parce que l'estomac tire presque deux fois plus de peptone de la fibrine que de l'albumine.

Cet équivalent normal approximativement établi, on voit que désormais l'étude des variations de la sécrétion efficace sous toutes les influences expérimentales que l'on voudra faire naître, est réalisable (2).

Mais le suc pancréatique nous occupe plus spécialement ici.

Peut-on évaluer le type normal de son activité, de sa richesse en ferment?

Non-seulement la sécrétion pancréatique est, comme la précédente, intermittente, mais la proportion de ses matériaux solides change à l'extrême, et son ferment varie d'activité pour un même poids, de sorte que nous avons les mêmes difficultés que pour le suc gastrique ; mais d'autres viennent s'y joindre.

Nous avons longuement parlé (3) des troubles que la fistule appliquée au pancréas fait naître dans sa sécrétion, de l'impossibilité où l'on était de recueillir même la totalité de cette sécrétion

pur, actif. D'autres aliments eussent, en se laissant vite digérer, souillé de peptones le suc gastrique, qui fût arrivé, d'ailleurs, déjà affaibli à l'expérimentateur.

(1) Le suc de deux repas de douze heures, soit celui de vingt-quatre heures, digère deux fois cette quantité, soit 400 grammes d'albumine humide, pour un chien de 25 kilogrammes.

Si l'on divise ce chiffre d'albumine par 25 kilogrammes, on voit que, par jour et par kilogramme de son poids, un animal digère par son suc gastrique 16 grammes ($\frac{400}{25} = 16$) d'albumine humide, donnant 2gr,40 d'albumine-peptone *sèche*.

Or, 1 kilogramme de la chair de l'animal, *également privée d'eau*, ne représente que 300 grammes environ. On voit que la digestion gastrique exercée sur l'albumine peut fournir à la rénovation approximativement un peu moins d'*un centième* du poids du corps : 3 (2,4) : 300 : : 1 : 100.

(2) En physiologie, ces chiffres n'ont *aucune valeur absolue :* ce sont des approximations ; aussi les écarts produits par les diverses conditions d'expérience doivent-ils être assez considérables pour mériter confiance. Ainsi un écart d'un dixième au-dessous ou au-dessus de la normale est peu significatif ; un écart d'un tiers ou une moitié mérite confiance.

(3) Voyez l'appendice : *Parallèle*, etc., p. 7 à 12 et p. 150-152, 130.

viciée, car on ne peut établir de canule qu'à un seul des deux canaux excréteurs. D'un autre côté, si c'est dans le duodénum, où se rendent les deux canaux pancréatiques qu'on établit la fistule, dans le but de recueillir tout le suc pancréatique écoulé par cette voie détournée, on n'obtient plus la sécrétion pancréatique dans son état de pureté, elle est mêlée au suc gastrique, biliaire et duodénal, ou tout au moins (1) mélangée à ce dernier, et dès lors impropre à notre recherche spéciale.

Par le procédé offensif des fistules, on ne peut donc obtenir que des résultats erronés et trompeurs.

Mais avant de s'écouler, le ferment se forme dans la glande, il y séjourne : on peut donc l'y saisir.

Comment, en quelle quantité s'y trouve-t-il à telle époque précise ? Quelle est à ce moment le degré de son activité ?

Si cette activité se trouvait constante pour une époque et des conditions déterminées, nous avions un critérium, et nous pouvions étudier ensuite quelles variations cette normale subissait à telle autre époque ou dans telles autres circonstances que l'esprit d'investigation pouvait suggérer.

Nous avons fait connaître et nous développerons encore (2) les raisons qui approprient si bien le procédé de l'infusion à cette recherche. C'est de lui que nous avons usé.

Voici comment nous nous y sommes pris :

*Tout étant égal d'ailleurs*, nous avons donné un repas déterminé et fixe à des animaux, et à une certaine heure nous les avons sacrifiés ; aucune opération n'avait pu troubler la formation du ferment pancréatique dans le sein de la glande, et nous saisissions ce ferment sur le fait. Les pancréas furent pris, leur ferment fut extrait par infusion. Puis la force digestive de cette infusion fut essayée sur des aliments ; or nous vîmes que cette force était constante et pareille.

Nous avions donc le type ; la normale, la voici :

Un chien de 12 kilos, disposé par le repas préparatoire (voy. page 179), recevant un repas ordinaire (voy. page 194, note 2), puis sacrifié à la sixième ou septième heure de cette digestion, fournit un pancréas qui renferme une certaine quantité de ferment dont l'activité est à peu près toujours *semblable*. En effet, ce ferment étant pris à la glande par infusion, cette infusion filtrée est susceptible de dissoudre en moyenne 40 GRAMMES D'ALBUMINE

(1) La ligature du pylore, celle du canal cholédoque, ne peuvent empêcher, en effet, que l'arrivée du contenu de l'estomac ou celle de la bile.

(2) Voyez p. 130, et l'appendice : *Parallèle*, etc., p. 14 à 16.

HUMIDE, soit par kilog. de l'animal 3 grammes 3 centigrammes d'albumine humide (1) (1 : 3,3 : : 12,40).

Nous reconnûmes que cette normale pouvait s'abaisser si l'on venait plus tard à la neuvième, douzième heure, parce que, vers ces moments, les aliments passant de l'estomac dans le duodénum, le canal pancréatique, excité par eux, provoque l'excrétion d'une partie du suc pancréatique et appauvrit la glande.

Alors, voulant, sans redouter cette excrétion partielle, venir à cette douzième heure (pour avoir le ferment de la période digestive entière), nous liâmes le pylore, les aliments ne purent plus le franchir, ni arriver dans le duodénum, ni exciter le canal pancréatique, ni le provoquer à l'excrétion. Puis, à la douzième heure, nous prîmes le pancréas, dont l'appauvrissement avait été empêché par ce moyen; or il était d'une richesse sensiblement pareille (2) que s'il avait été pris à la sixième ou septième heure du repas, sans la précaution de la ligature du pylore.

Nous en conclûmes que, à la septième heure, le pancréas avait formé *déjà* tout ou presque tout le ferment qu'il devait excréter plus tard et jusqu'à la douzième heure; et que le pancréas, bien que pris à la septième heure, nous présentait presque assurément le maximum ou la normale de ferment de toute une période digestive de douze heures.

L'infusion nous ayant ainsi donné pour normale, chez des animaux de 12 kilos une richesse de ferment approximativement capable de digérer 40 grammes d'albumine humide ou 6 grammes d'albumine sèche, nous eûmes recours comme contrôle aux expériences de la fistule pancréatique et de la fistule duodénale; ils nous donnèrent des résultats qui confirmèrent tout à fait cette normale (3).

(1) Si l'on prenait le chiffre pour deux repas quotidiens, on trouverait 6 à 7 grammes d'albumine humide digérée en un jour à l'aide du suc pancréatique par kilogramme de l'animal.

On remarquera que ces 6 à 7 grammes d'albumine digérée ne représentent qu'environ 1 gramme d'albumine-peptone pancréatique sèche. Or, comme le kilogramme de la chair de l'animal, privée d'eau, ne représente que 300 grammes à l'état sec, on voit que, par jour, la digestion pancréatique peut fournir en albumine-peptone, à la rénovation, 1/300e du poids du corps.

(2) Il faut, pour que cela arrive, que la digestion gastrique se soit opérée sans trouble, ce qui n'arrive pas toujours, à cause de la ligature du pylore et de l'œsophage; c'est toujours l'estomac qu'il faut d'abord examiner.

(3) 1° Malgré l'extrême irrégularité qu'on observe d'ordinaire après la fistule, il est des cas nettement reconnaissables par une évolution spéciale, cas dans lesquels, par une très grande exception, la canule pancréatique ne produit pas ses désordres habituels.

Il en fut ainsi dans un cas où la totalité du suc qui s'écoula sous les yeux pendant les douze heures d'une digestion fut expérimentalement capable de digérer plus de

De telle sorte que celle-ci une fois connue, il nous fut permis d'étudier toutes les variations que *la formation* du ferment pancréatique et ses degrés peuvent subir sous toutes les influences que l'hygiène, la physiologie, la thérapeutique peuvent suggérer.

90 grammes d'albumine humide (l'animal pesait 25 kilogrammes). En faisant un calcul analogue à celui que nous avons fait pour le suc gastrique pages 169, 170, on voit que l'albumine sèche digérée par le suc pancréatique égale, soit 3gr,30 en douze heures ou 6gr,60 par jour et par kilogramme de l'animal, chiffre sans doute trop faible, parce qu'une certaine quantité de suc avait pu s'écouler librement dans le duodénum, par le deuxième conduit, mais chiffre bien voisin des 7 grammes que donnerait le même calcul appliqué au suc pancréatique fourni par l'infusion.

2° Dans une autre expérience sur un autre animal du même poids de 25 kilogrammes dont le canal cholédoque et le pylore étaient liés, dont la digestion gastrique s'effectua parfaitement, ainsi qu'on s'en assura finalement, j'appliquai non une fistule pancréatique, mais une fistule duodénale, et je recueillis le fluide sécrétoire mixte (suc duodénal, pancréatique) dont l'excrétion était provoquée par une petite éponge au-dessous de la canule. Dans ces circonstances, les sucs qui s'écoulèrent dans le même espace de douze heures me donnèrent une digestion de 112 grammes d'albumine humide (c'eût été 224 grammes par jour, soit 4gr,50 ou 9 grammes par jour et par kilogramme de l'animal).

L'écoulement des deux canaux au lieu du principal, l'influence digestive légère due au suc duodénal ajouté, donnent la raison de l'augmentation de cette dernière expérience. On voit que, en vingt-quatre heures, le chiffre d'albumine digérée par le suc pancréatique est ici par kilogramme de l'animal de 9 grammes d'albumine au lieu des 6gr,60 du précédent, de telle sorte que toutes ces expériences se confirment l'une par l'autre.

*Nota.* — J'ai donné dans mon premier mémoire, p. 94, un tableau de la digestibilité des aliments. Le chiffre de la digestibilité de l'albumine par le suc gastrique, par rapport au suc pancréatique, doit être doublé.

---

# DE L'INFLUENCE

DE LA

# DIGESTION GASTRIQUE

SUR L'ACTIVITÉ FONCTIONNELLE

# DU PANCRÉAS

(Mémoire lu le 26 février 1861 à l'Académie de médecine)

# DE L'INFLUENCE

DE LA

# DIGESTION GASTRIQUE

SUR L'ACTIVITÉ FONCTIONNELLE

# DU PANCRÉAS

---

## I. — *Production du ferment pancréatique.*

Ayant été amené par mes expériences à considérer le pancréas comme l'organe supplémentaire de l'estomac pour la digestion des aliments azotés, il m'importait de savoir en quelles circonstances l'activité du pancréas s'abaisse ou s'élève, sous quelles influences son énergie peut être augmentée; car on conçoit facilement les cas où l'estomac, faisant plus ou moins défaut, le déploiement de l'activité pancréatique devient de plus en plus important pour conjurer le péril que courent la digestion et la restauration des forces.

Tel est le mobile qui m'a fait entrer, malgré les difficultés sans nombre, dans les études qui vont suivre, et qui ont trait tant aux oscillations de la formation du ferment pancréatique qu'aux causes qui les produisent.

Je ne sais si le public trouvera ces nouvelles expériences aussi décisives que les premières, le sujet est de plus en plus difficile, ardu à la recherche; si un ensemble de circonstances m'ont donné le change, d'autres feront mieux; si j'ai au contraire touché du doigt la vérité, je crois que la science, un jour, pourra en tirer quelque profit.

J'ai fait principalement usage du procédé de l'infusion.

Les caprices de l'écoulement du suc pancréatique observés par le procédé de la fistule, même dans les conditions les plus identiques, ne permettent de rien affirmer, de rien conclure.

Mais lorsque le procédé de l'infusion est employé, des conditions diverses font si constamment changer le ferment pancréatique,

des conditions semblables le trouvent si constant, que, par son moyen, la recherche des variations de la sécrétion pancréatique, en ce qu'elle a de plus essentiel, le ferment est, au contraire, extrêmement facile.

On saisit la glande à des heures variées, l'eau de l'infusion dissout à coup sûr le ferment tel qu'il y est contenu ; et pour ne point voir des yeux l'*excrétion* du fluide pancréatique, comme par le procédé de la fistule, on a cet avantage de saisir sans trouble, sur le fait, dans la trame de la glande, l'*élaboration même* du ferment pancréatique et d'en contempler pour ainsi dire heure par heure et balance en main les progrès et la mesure. On estime l'activité totale du ferment par le poids d'aliments que celle-ci peut dissoudre et digérer.

### II. — *Époque du maximum de formation du ferment pancréatique.*

En premier lieu, avant même que les usages du suc pancréatique fussent bien connus, on a dit que la sécrétion du pancréas était *plus abondante au milieu de la digestion.*

Malgré son apparente lucidité, on verra combien l'idée que représente cette expression est vague.

Les animaux auxquels on pratique l'opération de la fistule, suivant le procédé de Graaf modifié, permettent parfois de constater, comme nous l'avons dit, que l'écoulement du suc pancréatique par l'ouverture artificielle est faible au début de la digestion, s'accroît, en effet, au milieu et décroît à la fin, pour cesser pendant le jeûne ; mais c'est très rare, et cette rareté peut faire douter d'un état réellement habituel et physiologique. Au contraire, tout pancréas pris *au milieu* de la digestion et mis en infusion se montre riche « au maximum » de ferment pancréatique.

Cette infusion digère la quantité la plus élevée d'aliment, et accuse, par ce fait, que la formation et l'élaboration du principe digestif sont bien, à cette époque, à leur apogée.

Tout étant égal d'ailleurs, l'infusion du pancréas pris, au contraire, cinq heures avant ou après cette époque, est inerte, et ne se montre capable de dissoudre qu'une quantité insignifiante d'aliments azotés.

Telles sont, en somme, la différence et la mesure.

Ce fait est confirmé par le suivant : j'ai observé, dans mon premier mémoire, que si l'on porte directement dans le duodénum fermé aux deux extrémités des aliments pour qu'ils y soient digérés par le suc pancréatique, sans avoir passé par l'estomac, ils sont plus ou moins rapidement dissous dans cet intestin. Or l'époque à

laquelle ils le sont plus vite *coïncide* précisément avec le moment où la digestion des autres aliments qu'on a, d'un autre côté, *préalablement* confiés à l'estomac, y est aussi très avancée.

De telle sorte que ces trois modes d'observation expérimentale se prêtent un mutuel appui ; en effet, soit qu'on examine les seuls *effets* du suc pancréatique dans le duodénum, l'*excrétion* du fluide par la canule, ou l'*élaboration* du ferment dans la trame glandulaire, le maximum de l'activité fonctionnelle se révèle toujours à l'observateur au milieu de la digestion.

Bien que je n'aie point formulé aussi nettement cette proposition dans mon premier mémoire de 1857, j'avais eu soin de recommander aux physiologistes de faire leurs expériences exactement, comme je les avais faites moi-même (1), et de ne pas oublier que la digestion duodénale est appelée à se développer, le suc pancréatique à intervenir, l'énergie du pancréas à se révéler le plus vivement au moment *où la digestion gastrique va finir* (2).

Quelques observateurs négligèrent cette condition en vérifiant mes expériences, et déclarèrent que le suc pancréatique n'avait nullement les propriétés digestives que je lui avais reconnues. Ils avaient, en effet, oublié de prendre le pancréas au moment où il est le plus actif, c'est-à-dire au milieu de la digestion, et justement l'avaient pris pendant le jeûne (3). En 1858, je me proposais un travail sur ce sujet, lorsque je lus que M. le professeur Meissner avait déjà réfuté mes contradicteurs, recommandé de prendre le pancréas lorsque la digestion est dans son plein, et confirmé largement l'influence digestive nouvelle que j'avais reconnue à cet organe (4).

Savoir toutefois que c'est à l'époque *de la pleine digestion* que le pancréas est le plus actif, n'est point une connaissance vraiment précise, comme on va voir.

Les uns pouvaient entendre par cette époque, soit celle où la digestion est *plus rapide*, soit celle où elle est *plus abondante*, ou

(1) Voy. *Sur une fonction peu connue du pancréas, la digestion des aliments azotés*, par L. Corvisart, p. 3, Paris, V. Masson.

(2) Voulant d'abord faire connaître le fait principal de la digestion du pancréas sur les aliments azotés, je n'avais point pour but de démontrer ce dernier point, que je prévoyais devoir développer plus tard.

Je disais toutefois : « Comme, dans l'état physiologique, la digestion duodénale se fait pendant que la digestion gastrique *s'achève*, il est bon de mettre quelques aliments dans l'estomac en même temps qu'on fait une expérience dans le duodénum. » C'était la cinquième des recommandations expérimentales que je faisais. (*Sur une fonction peu connue du pancréas*, p. 10.)

(3) MM. Keferstein et Halwachs. (Voy. ma réponse : *Smidt's Jahrbücher*, 1859, vol. CII, p. 244; *The Lancet*, juin ; *Union médicale*, 1859, t. III, p. 149.)

(4) *Zeitschrift f. rat. Med.* de Henle et Pfeuffer, 1859, Dritte Reihe, Bd. VIII.

bien celle où les aliments sont complétement digérés, époque plus reculée encore de deux à quatre heures ; d'autres, par cette plénitude, par ce milieu de la digestion, pouvaient comprendre le milieu de la digestion gastrique seule, et d'autres enfin la plénitude de la digestion gastro-intestinale tout entière, ce qui comporte une variation nouvelle de trois ou quatre heures.

C'était une grande confusion.

A ceux qui recherchaient l'action nouvellement mise en lumière, il importait de désigner une époque plus précise, afin de prévenir de nouveaux égarements.

Dans ma réponse à MM. K. et H., je formulai cette loi, qui résultait de mes expériences : « Si l'on donne un repas mixte et » abondant (1) à un chien jeune et bien portant, si l'on sacrifie » l'animal à la *cinquième ou sixième heure de ce repas*, et qu'on en- » lève aussitôt le pancréas, l'infusion de la glande fournira le maxi- » mum de l'activité digestive. »

Cette loi pouvait suffire à empêcher toute erreur du genre de celle de mes contradicteurs, et conduire à coup sûr à reconnaître au pancréas l'énergique activité dont il jouit.

Mais j'avais résolu de pousser plus avant, dans le but que j'ai signalé, l'étude des variations que l'activité fonctionnelle du pancréas peut subir sous ces causes.

Dans l'attente d'un mémoire analogue sur ces variations, annoncé par M. Meissner dans une lettre qu'il me fit l'honneur de m'écrire (1859), j'attendis pour publier mes observations.

Ce travail ne paraissant point, je me décide à faire connaître les résultats auxquels je suis parvenu, heureux s'ils concordent, comme les précédents, avec ceux de mon savant confrère.

Étant connue, *grosso modo*, l'époque du maximum de formation du ferment pancréatique, je m'occupai d'abord du jeûne.

### III. — *Heure du minimum de formation du ferment pancréatique.*

Dans cette recherche, je remarquai, après un certain nombre d'expériences que j'avais eu tort d'englober bien des états différents de l'organisme sous une expression malheureusement unique, *l'état de jeûne*, et que c'était à cause de cette confusion que j'avais eu peine à m'expliquer certaines exceptions qui parfois venaient singulièrement m'embarrasser.

On sait que j'ai toujours vu l'activité maxima du pancréas coïn-

(1) On verra plus loin que ce terme même doit être mieux précisé, page 197, note 1.

cider avec l'époque à laquelle la digestion générale est dans son plein, *c'est-à-dire* quand la digestion gastrique est voisine de sa terminaison, entre la cinquième et la septième heure du repas.

Mais j'observai un second fait également positif, c'est que chez les animaux à pylore libre, après un repas fixe, donné à une heure fixe (nous nous expliquerons tout à l'heure sur ces trois points d'une grande importance), il arrivait que si, au lieu de venir de la cinquième à la septième heure, on venait à la neuvième, onzième, treizième heure (1), le pancréas était, d'une manière constante, sensiblement inerte, épuisé.

S'il ne l'était pas, cela était constamment lié à une circonstance, à savoir qu'il y avait encore des aliments dans l'estomac, ce qui arrivait soit parce que ceux-ci avaient été donnés ou trop copieusement ou à une heure trop rapprochée du précédent repas, ou bien quand le pylore, fermé par une ligature, mettait un obstacle à leur sortie.

Cette exception et ses causes reconnues dictèrent désormais ma conduite.

D'une part je voyais que la *prolongation du séjour des aliments digérés dans l'estomac* empêchait le pancréas de devenir inerte de la neuvième à la treizième heure; de l'autre j'avais acquis l'assurance de pouvoir amener le pancréas à l'inertie à une heure déterminée en l'épuisant par une digestion uniforme et non prolongée, c'est-à-dire par un repas aussi déterminé. Dès lors je résolus de ne plus partir que « d'un point fixe », cette inertie. Ainsi fut mis en pratique ce que j'appelle *le repas préparatoire* qui amenait l'estomac à l'état du *jeûne simple.*

Ce repas préparatoire fut composé pour des animaux de 12 à 14 kilogrammes, de 100 grammes, ou *mieux encore* de 30 grammes seulement de bœuf bouilli, découpé en quatre ou cinq morceaux (2), constamment donné avant chaque repas expérimental.

Ce jeûne, qui est à vrai dire plutôt le jeûne de l'estomac que celui de l'économie, jeûne simple, est celui pendant lequel le pancréas devient et reste au minimum de richesse en ferment (neuvième à treizième heure du repas).

Mais bientôt, si le jeûne se continue plus longtemps, paraît un nouvel état, celui du *jeûne prolongé;* le pancréas, pendant ce dernier, n'acquiert plus cette grande activité, cette formation abon-

(1) Ces chiffres sont plus rigoureux que ceux donnés dans un précédent mémoire, où je donnais la neuvième heure précise.

(2) On peut en général y ajouter 10 grammes de pain et 20 grammes de bouillon clair. On varie proportionnellement pour les poids intermédiaires. Il ne faut jamais donner de boisson ni après le repas préparatoire, ni après l'expérimental, ni entre les deux.

dante de ferment qui caractérise la fin de la digestion gastrique et fait qu'à la sixième heure du repas l'infusion du pancréas peut digérer jusqu'à 50 et 60 grammes d'albumine, mais ce n'est pas non plus l'inertie qui existe aux dixième, douzième heures du repas, et caractérise le jeûne simple.

Durant ce *jeûne prolongé*, peu à peu le pancréas refait un peu de ferment, et si l'on vient plus tard que la douzième ou quatorzième heure, c'est-à-dire à la dix-huitième, vingtième, trentième ou à une époque plus reculée, quoique l'estomac soit toujours vide, on trouve des pancréas devenus capables de digérer 8, 10 ou 15 grammes d'albumine.

Ceux qui me font l'honneur de lire mes travaux se rappelleront peut-être que j'ai signalé, il y a quatre ans, un effet semblable, qui se passe pour l'estomac (1). En effet, j'ai vu que cet organe devient pauvre en principe actif (pepsine), lorsque les animaux, au lieu de prendre leurs repas réguliers, sont soumis au jeûne prolongé.

Se nourrissant alors, au lieu d'aliments étrangers, par un mécanisme encore inconnu, de leur propre substance, pour soutenir, autant que possible, le jeu ou l'aptitude fonctionnelle des principaux organes, il se forme chaque jour, dans ces circonstances, une minime quantité de pepsine, laquelle s'accumule surtout si les animaux ne boivent point, de telle sorte que, à l'époque de la mort par abstinence, l'estomac se trouve plus riche en pepsine qu'au début ou au milieu du jeûne fatal.

Ce phénomène montre à la fois la résistance qu'une telle ressource peut présenter à la mort par abstinence lorsque les aliments viennent à être restitués, puisqu'une certaine quantité de ceux-ci peut être ainsi digérée par la réserve de ferment, et les indigestions graves et mortelles qui peuvent au contraire arriver si la quantité d'aliments ingérés dépasse les débiles forces maintenues dans les organes digestifs; il montre aussi que la nutrition sait encore extraire du sang non renouvelé par la digestion quelques matériaux (2) susceptibles de favoriser la formation d'une faible mai réelle quantité de ferment pancréatique; enfin, que si d'un côté une bonne digestion, un bon repas disposent largement le pancréas à augmenter l'énergie de son utile fonction, l'abstinence prolongée ne laisse point cet organe dans une telle inactivité que,

(1) Voy. Longet, *Traité de physiologie*, t. I, p. 185, 1857.

(2) A presque toute époque, le sang contient des substances qui ressemblent beaucoup aux peptones et qui sont comprises sous le nom générique peu précis de *matières extractives;* mais, en l'absence de la nourriture, par quel mécanisme les substances albuminoïdes du corps les forment-elles?

au moment de la rupture de l'abstinence, cet organe soit absolument désarmé.

En résumé donc nous avons observé trois choses :

Pendant l'abstinence (jeûne prolongé) une *faible* quantité de ferment pancréatique se forme réellement ;

A la fin (sixième ou septième heure) d'un repas et d'une digestion gastrique copieux, la quantité du suc pancréatique devient *extrême ;*

De la neuvième à la treizième heure d'un faible repas, quand l'estomac vient de se vider, de se mettre en état de jeûne simple, la faible quantité de ferment disparaît elle-même, le pancréas devient inerte, est au minimum de ferment.

IV. — *Variation de l'heure du maximum de formation du ferment pancréatique ; coïncidence de cette variation.*

Lorsque les animaux ont été convenablement disposés par le repas préparatoire, c'est-à-dire amenés à l'inertie du pancréas, si l'on vient à leur donner, au repas expérimental, des aliments de nature variable, on découvre que l'énergie de cette glande et sa richesse en ferment actif subissent des influences différentes.

Lorsque l'on donne une nourriture exclusivement solide, viande, albumine concrète, l'heure d'énergie maxima du pancréas n'a lieu en général que vers la huitième heure du repas au lieu de la sixième. Cette heure de maximum coïncide avec le moment où ces aliments se trouvent en bouillie dans l'estomac, presque entièrement dissous, et on peut remarquer, quelle que soit la cause du retard, que, plus l'estomac montre les aliments tardivement digérés dans sa cavité, plus aussi l'époque de l'énergie maxima du pancréas se trouve retardée ; celle-ci peut ainsi reculer jusqu'à la neuvième heure du repas.

Cette corrélation est fixe à tel point que si, dans mes expériences, par une cause quelconque, les aliments ne se dissolvaient pas, et restaient solides dans l'estomac, le pancréas restait définitivement inactif.

Lorsque l'estomac est libre, que l'animal n'a subi aucune espèce d'opération, le retard de la production pancréatique causé par la lenteur elle-même de la digestion gastrique, indépendamment de la nature des aliments, est rare. Il est commun, au contraire, chez les animaux récemment captifs, désorientés, inquiets, maltraités ; leur pancréas, pris à une heure avancée qui, dans une autre circonstance, aurait été convenable, révèle alors une inactivité plus ou moins grande, causée par la lenteur de la digestion gastrique ; dans ces cas, l'examen du contenu dans l'estomac fait aussitôt re-

monter de l'effet à la cause, et voir combien l'élaboration du ferment pancréatique est tributaire de la digestion gastrique, combien celle-ci est tributaire de l'état normal.

En clinique, il est des relations semblables de cause à effet, par lesquelles l'estomac, dans les maladies, devenant impuissant à digérer, rend le pancréas lui-même inhabile à suppléer l'estomac; mais en clinique on ne peut remonter *de visu* de cet effet à la cause, avantage que nous présentent heureusement l'expérimentation et l'observation physiologiques.

La crainte peut arrêter la digestion gastrique. Aussi, la douceur envers les animaux, qui est un devoir même dans les sacrifices à la science, est également un calcul nécessaire de bonne expérimentation. Je conservais donc toujours les animaux au laboratoire pendant deux jours entiers; ils se tranquillisaient, s'habituaient, leur digestion gastrique ne se ralentissait plus, et ce laps de temps écoulé, je n'agissais sur eux que si leur vivacité, leur appétit, leur confiance m'assuraient contre tout sacrifice inutile.

Les remèdes aux dyspepsies dues aux causes morales analogues à celles que nous voyions dans les expériences précédentes ont d'ailleurs été bien saisis avant ces études par le bon sens vulgaire dont les bons et tendres soins rivalisent en effet avec les plus énergiques médicaments.

Ce qui rend les études sur la digestion si nécessaires, si intéressantes et si difficiles, c'est que tout influe sur elle; celle-ci est comme un centre commun, tout y va.

On ne sera donc point étonné si à ceux qui voudront répéter mes expériences, je recommande absolument de le faire en plein hiver; à cette époque ils auront la régularité physiologique assurée. Mais au printemps, en été, en automne, des troubles gastriques, pancréatiques, intestinaux, naissent par le seul fait de la saison. Ces irrégularités, inattendues chez les animaux en expérience, peuvent, en ces saisons, embarrasser et décourager l'expérimentation. J'ai observé d'une manière positive ces très fréquentes influences saisonnières, qui rappellent les dyspepsies que les saisons amènent aussi chez l'homme.

A côté de ce petit tableau, qui rapproche tant la digestion de l'homme et de l'animal que nous expérimentons de préférence, je rappellerai que quand je faisais une étude spéciale de la digestion de l'estomac, je voyais constamment les dermatoses *canines* suivre la fatigue gastrique que mes expériences réitérées amenaient nécessairement chez les animaux fistulés. Qui ne connaît aussi chez l'homme l'influence de l'état de l'estomac sur celui de la peau?

Si nous avons vu la lenteur de la digestion gastrique, qu'elle

vienne de la faiblesse de l'estomac ou de la résistance des aliments, retarder et affaiblir d'autant la formation du ferment actif, la fonction sécrétoire du pancréas en ce qu'elle a de plus essentiel, l'inverse ne devra point étonner.

C'est ainsi que plus vite les aliments, par leur consistance molle, leur division, leur imbibition préalables, subissent la dissolution digestive, plus vite aussi le pancréas se charge au maximum du ferment actif. La production abondante du ferment pancréatique, telle que le jeu habituel des fonctions la nécessite, est donc SUBORDONNÉE COMME UN EFFET A SA CAUSE (1), A L'ACCOMPLISSEMENT ET AUX VARIATIONS DE LA DIGESTION ELLE-MÊME.

Mais ici la science a de nouvelles et légitimes exigences.

Ce mot digestion comprend un tel concours de faits physiologiques qu'il faudrait, pour se payer avec lui, une irréflexion bien grande, et dire que la sécrétion pancréatique dépend de la digestion, est, à proprement parler, dire peu de chose.

Ainsi, suivant nos connaissances actuelles, la digestion comprend : 1° l'arrivée dans l'*estomac* des aliments ; 2° l'impression que les parois de celui-ci en reçoivent ; 3° la sécrétion qui suit cette dernière ; 4° le retentissement (action sympathique, réflexe) que ce contact ou cette sécrétion peut opérer sur divers organes, parmi lesquels le pancréas ; 5° la dissolution des aliments ; 6° leur transformation digestive s'il y a lieu ; 7° l'absorption des peptones ainsi produites ; 8° l'arrivée des aliments digérés dans l'*intestin;* 9° ou celle des aliments non digérés ; 10° la sécrétion biliaire, intestinale qui la suit ; 11° le retentissement que ce contact avec l'intestin ou cette sécrétion peut opérer ; 12° la dissolution digestive intestinale des aliments ; 13° leur absorption dans l'intestin. Tous phénomènes extrêmement distincts.

Parmi tout ce cortége de faits qui se résument en un mot, « la digestion », quelles sont donc les causes réelles, efficientes, de la formation du ferment pancréatique ?

Nous ne désespérons point de résoudre la question.

Nous allons examiner tous les cas.

V. — *Les actions nerveuses sympathiques, parties de l'estomac ou du duodénum et provoquées par la présence seule des aliments, ne sont pas la cause principale.*

Tout d'abord il serait plausible de croire que l'estomac, au contact des aliments qui arrivent dans sa cavité, provoque une

(1) *Cause* est pris ici dans le sens de *cause générale*.

excitation particulière du pancréas, d'où résulterait la formation du ferment. Le rôle capital serait une impression réflexe ou sympathique née dans l'estomac, et transportée, par les voies nerveuses, au pancréas.

Or, le propre des actions nerveuses sympathiques et autres est de déployer toute leur activité *au début*, puis de s'affaiblir, en raison de la durée de l'excitation initiale, pour s'épuiser à la fin.

On devrait donc s'attendre à voir les aliments à leur arrivée dans l'estomac exciter tout d'abord vivement par leur rude contact la formation du ferment pancréatique, et cesser peu à peu de produire cet effet à mesure de la prolongation de leur séjour et des progrès de leur dissolution.

Or, nos expériences nous ont montré, au contraire, que, au début du contact des aliments avec l'estomac, le pancréas *reste* insensible ou du moins ne montre pas à cette époque le maximum de la formation du ferment; c'est ainsi que, pendant les deux à quatre premières heures que les aliments résistent à la dissolution digestive, l'inertie du pancréas change peu, elle persiste jusqu'à huit, dix, douze heures, si la digestion gastrique est difficile; enfin elle persiste indéfiniment, si les aliments continuent à rester solides, indigérés.

Si c'est une excitation nerveuse réflexe qui détermine l'activité du pancréas, elle ne paraît guère naître de l'estomac.

Mais on pouvait supposer qu'elle part du duodénum et naît seulement plus loin et *plus tard*, quand les aliments déjà dissous, au moins en partie, quittent l'estomac pour arriver au contact de la muqueuse duodénale et l'excitent.

On pourrait même expliquer la tardive formation maxima du ferment pancréatique (sixième, septième heure du repas) par la nécessité de l'excitation tardive du duodénum.

Dans le but de résoudre cette question, nous avons lié le pylore chez des animaux à jeun depuis douze heures, nous avons injecté *dans le duodénum* (laissé d'ailleurs libre par sa partie inférieure) des aliments venus du dehors et non encore digérés, afin d'exciter le duodénum par ces derniers.

Or, les pancréas restèrent immobiles. Pris à la première, deuxième, quatrième heure de cette expérience, ils ne fournirent que des infusions inertes sans ferment actif; l'excitation duodénale avait été totalement sans effet.

Le duodénum, dans ces expériences, communiquait avec le jéjunum et l'iléon; on aurait pu objecter que peut-être les aliments, libres de passer dans ces derniers, n'avaient point assez longtemps provoqué la sensibilité de la muqueuse duodénale. En conséquence (l'estomac étant toujours vide), nous avons encore injecté

les aliments dans le duodénum, mais nous avons lié celui-ci aux deux bouts, afin que l'excitation produite sur lui par les aliments fût maintenue forcément en permanence. Dans cette nouvelle condition, les pancréas pris à la deuxième, quatrième, huitième heure, restèrent également inertes.

Ce n'est donc point par le pur contact des aliments à l'état solide, soit dans l'estomac, soit dans le duodénum ou le reste de l'intestin que le pancréas entre à la sixième heure en maximum de formation sécrétoire, et nous devons chercher la cause de cette production ailleurs que dans les actions réflexes nées dans ces organes par *ce contact.*

Notons ici que nous parlons de l'acte de formation sécrétoire, de la création du ferment et non de l'acte d'excrétion.

VI. — *Ce n'est pas dans le passage de l'état solide à un simple état liquide des aliments que réside la cause productrice du ferment.*

Si l'abondante formation du ferment pancréatique se maintient silencieuse tant que les aliments restent solides dans l'estomac ou séjournent dans l'intestin, tandis qu'elle s'exerce, au contraire, tout aussitôt qu'ils ont passé par digestion à l'état liquide, il y a une nouvelle question à poser.

Est-ce l'état liquide, à l'exclusion de l'état solide, qui, pour les aliments, est capable d'exercer efficacement ces excitations nerveuses supposées ?

Nous devons encore répondre non ; car, ayant injecté à des animaux (dont le repas préparatoire avait purgé le pancréas de tout ferment préalable), le liquide par excellence, l'eau en quantités variées, soit dans l'estomac libre ou fermé par des ligatures, soit dans le duodénum également libre ou fermé, cette injection ne fut jamais capable de provoquer la moindre production nouvelle de ferment pancréatique.

On peut bien objecter que, pour que le ferment naisse, se développe sous l'influence des excitations réflexes, il faut de la lenteur, du temps, beaucoup de temps, et que l'absence de ferment ne prouve point en conséquence l'absence de l'efficacité des seules actions réflexes.

Nous avons déjà remarqué comment ce qui est lent, la nutrition, peut exister, par exemple, dans l'embryon, sans actions réflexes ; comment le cachet habituel des actions nerveuses est d'agir très spécialement sur des phénomènes de sensibilité et de mouvement, phénomènes susceptibles, au contraire, *de se développer très rapidement*, comme de s'épuiser avec promptitude.

Mais venons à l'expérience, j'injectai dans les voies digestives des quantités d'eau variées; je les augmentai au point de donner en une fois 300 grammes de ce liquide à des animaux de 10 kilog.; de cette façon, le contact se prolongeait en raison de la plus grande durée nécessaire à l'absorption, ce contact atteignait les quatre heures après lesquelles, dans le repas ordinaire, le ferment pancréatique, commence à approcher du maximum de son abondance. J'eus même des cas où, l'estomac étant lié, ce contact de l'eau existait encore sept, huit, neuf heures après l'injection, au moment du sacrifice, et cependant le pancréas restait toujours absolument inerte.

On verra plus loin qu'une foule de substances injectées en dissolution dans l'eau ne changent point l'impuissance de celle-ci et ne peuvent provoquer la formation du ferment pancréatique par les actions réflexes supposées; l'excitation causée par cet état liquide est donc encore à négliger.

Toutefois nous savons que le passage des aliments de l'état solide à état liquide dans l'estomac ou dans le duodénum n'est point le fait d'une simple dissolution aqueuse.

En premier lieu, cette liquéfaction s'accomplit par le suc gastrique ou par les sucs versés dans l'intestin; en second lieu, elle est accompagnée d'une transformation des aliments.

Quel peut être de ces deux termes, sécrétion et présence des sucs dans les organes digestifs ou transformation des aliments par eux, celui qui provoque le pancréas à façonner son ferment?

### VII. — *Ce n'est point la simple présence ou sécrétion des sucs dans l'estomac ou les intestins qui amène cet effet.*

Après avoir assuré l'état d'appauvrissement primordial du pancréas par le repas préparatoire habituel, j'ai mis dans l'estomac ou dans le duodénum des corps étrangers, des cailloux, etc., capables d'exciter une certaine sécrétion gastrique. Celle-ci eut lieu, mais le pancréas resta dans son état de pauvreté.

Par des séries d'expériences plus difficiles, je suis arrivé au même résultat.

C'est ainsi qu'après les douze heures du repas préparatoire qui, ayant épuisé le pancréas, le rendait incapable de verser le ferment véritable dans le duodénum, j'ai ingéré dans ce dernier (l'estomac ayant été conservé vide) des aliments solides ; les sécrétions biliaires et intestinales eurent lieu, parfois même celles-ci furent capables de dissoudre une certaine quantité de ces aliments ; mais le sacrifice cinq, huit, dix heures après, et l'essai

immédiat du pancréas montraient toujours la même pauvreté de ce dernier en ferment.

Dans d'autres cas, au contraire, afin que le pancréas, malgré l'*état de vacuité de l'estomac que je conservais soigneusement*, eût une réserve de ferment susceptible de s'écouler dans le duodénum, j'évitais de donner le repas préparatoire, et j'injectai ainsi à des animaux, dont l'estomac était à jeun depuis vingt-quatre et trente-six heures, des aliments dans le duodénum fermé. Le suc pancréatique *de réserve* (1) s'écoulait, il pouvait dissoudre ces aliments ; et cependant cette sécrétion ne provoquait nullement une formation nouvelle, abondante, de ferment pancréatique.

De telle sorte que toutes ces expériences montrent que les sucs digestifs supérieurs, salive, suc gastrique, biliaire, intestinal, pancréatique, leur sécrétion ni leur séjour dans les cavités digestives, ne sont susceptibles de provoquer *par eux-mêmes* la formation du ferment pancréatique.

Et comme les seuls aliments ne possèdent également aucune action 1° ni par eux-mêmes, 2° ni par leur état de liquéfaction, 3° ni par l'irritation sympathique que leur contact est susceptible de faire naître dans l'estomac ou dans l'intestin et porter au pancréas, nous arrivons à cette conclusion que ni les aliments ni les sécrétions *isolés*, ni les excitations que les premiers ou les secondes peuvent provoquer, ne sont les agents qui déterminent l'abondante formation du ferment pancréatique.

### VIII. *Est-ce la transformation digestive elle-même des aliments ingérés qui est la cause de la formation du ferment ?*

Mais de ce que les aliments n'ont, par eux-mêmes, aucune action sur la formation du ferment pancréatique, nous n'en avons pas conclu qu'ils fussent inutiles ; de ce que, par elles-mêmes, les sécrétions gastro-intestinales n'ont pas non plus dans cette formation un rôle direct, il serait aussi prématuré de conclure à l'inutilité de ces sécrétions.

Du conflit des sécrétions digestives avec les aliments ingérés résulte, en effet, un grand fait, la *transformation digestive* de ceux-ci par celles-là.

Or, on peut se rappeler précisément que pour l'accomplissement

(1) On prend un animal à jeun de solide et de liquide depuis trente heures ; on injecte dans son duodénum, qu'on ferme aux deux bouts par une ligature, des aliments solides : viande, albumine en poids connu. Dix heures après on le sacrifie ; souvent on constate que par la réserve du suc pancréatique versée dans l'intestin, et formée pendant le jeûne prolongé, 10 grammes et quelquefois 20 grammes d'aliments se sont digérés : alors, si l'on infuse le pancréas, on constate qu'il a été rendu inerte.

de l'acte élaborateur d'où résulte la formation du ferment pancréatique, quelque chose s'est d'une manière constante révélée comme absolument nécessaire : c'est le résultat de ce conflit, c'est-à-dire la dissolution digestive des aliments.

Cette transformation digestive des aliments se montre donc comme l'une des causes primordiales de la formation abondante du ferment pancréatique. Mais est-il indifférent que cette transformation digestive soit opérée dans l'intestin ou dans l'estomac ?

## IX. *Ce n'est pas la transformation digestive intestinale qui provoque la formation sécrétoire du ferment pancréatique.*

Pour nous fixer sur le premier point, à savoir si la digestion intestinale des aliments a quelque pouvoir sur la formation du ferment pancréatique, nous avons fait plusieurs sortes d'expériences qui se corroborent l'une à l'autre.

Étant connue la quantité d'aliments que le pancréas infusé peut dissoudre à la suite de la seule digestion gastrique, à l'exclusion de l'intestinale, nous avons mis dans le duodénum fermé aux deux bouts et dans l'estomac également fermé une double quantité d'aliments, l'une dans l'estomac, *l'autre dans le duodénum;* l'animal avait été pris à la vingt-quatrième heure du jeûne et avait par conséquent une réserve de suc pancréatique à la disposition de la digestion intestinale. Ayant sacrifié l'animal huit heures après, nous vîmes que, en même temps que la digestion gastrique avait été accomplie, les aliments avaient *aussi* été en majeure partie non-seulement dissous, mais absorbés dans le duodénum.

La digestion ayant été doublée, si l'intestinale avait le même pouvoir que la gastrique, nous eussions dû vraisemblablement trouver le pancréas enrichi par le fait de la digestion intestinale ajoutée. Or, dans ce cas, le pancréas ne nous montra point une énergie sensiblement plus grande que si les aliments confiés à l'estomac eussent été seuls digérés.

La digestion duodénale n'avait point accru la richesse du ferment pancréatique (1).

Le résultat de cette première série d'expériences acquis, nous en avons fait une seconde; dans celle-ci, l'estomac resta tout à fait vide et par conséquent incapable de contribuer à la formation du ferment :

Chez ces animaux (pris à la vingt-quatrième heure du jeûne, afin d'avoir, malgré l'estomac vide, une réserve de suc pancréatique

(1) Le contraire sembla plutôt exister, sans doute à cause de l'*excrétion*, de la perte de suc pancréatique provoquée par la présence des aliments à digérer dans le duodénum.

pour la digestion du duodénum), nous avons injecté dans ce dernier organe fermé aux deux bouts 150, 200 grammes de bouillon.

Après deux, quatre, six heures, le bouillon se trouva digéré, absorbé même en totalité ; mais le pancréas était resté inerte, *tant les aliments digérés par l'intestin sont impuissants* à provoquer la formation du ferment pancréatique.

Mais une objection peut être faite : il n'est point étonnant, pouvait-on dire, que le pancréas, malgré cette digestion intestinale, ne se soit pas enrichi de ferment, puisque l'excrétion de ce dernier était sans cesse provoquée en vertu de l'excitation produite sur les canaux pancréatiques excréteurs par les aliments en contact avec le duodénum ; le pancréas avait beau s'enrichir, rien ne dit qu'il ne s'épuisait pas aussitôt par cette excrétion.

Voici comment nous avons tourné la difficulté :

Afin que le duodénum n'eût rien à faire et que les canaux pancréatiques restassent incontaminés, d'un côté nous avons pris des aliments déjà digérés *à l'aide d'un autre animal*, soit par le suc pancréatique recueilli par la fistule, soit par les sucs mixtes du duodénum, et de l'autre c'est au-dessous du duodénum fermé à sa partie inférieure, *dans le jejunum* d'un nouvel animal en expérience, que nous avons porté ces parfaites et abondantes peptones intestinales.

Or, malgré la présence et l'absorption de cette digestion exclusivement intestinale, le pancréas, examinée à la troisième, cinquième, septième heure, fut trouvé constamment inerte.

Ainsi, dans ce nouveau cas, le fait de la transformation digestive *intestinale* n'avait encore produit aucun effet, pas plus que l'absorption de ces peptones fournies par l'intestin.

De telle sorte que, après ces expériences multipliées, il ne peut rester un doute à savoir que la digestion que les aliments subissent dans l'intestin, et la production des seules peptones intestinales est absolument impuissante à provoquer la formation du ferment pancréatique, soit par action réflexe, soit tout autrement.

Il en est tout différemment de la digestion gastrique des aliments.

X. *La formation, l'élaboration maxima du ferment pancréatique sont sous la dépendance directe de la formation des peptones gastriques.*

Autant nous avons vu la digestion dans l'intestin, c'est-à-dire la formation des peptones intestinales inhabile à provoquer la formation abondante du ferment pancréatique, autant les peptones gastriques sont puissantes pour cet objet.

Après les expériences d'exclusion qui ont été relatées dans les cinq derniers chapitres, toutes celles qui ont été exposées dans

les précédents mémoires convergent à une même démonstration :

La digestion gastrique, en effet, avec ou sans ligature du pylore, avec *ou sans digestion intestinale aucune*. provoque constamment et par elle-même la formation abondante et maxima de ferment pancréatique dès la sixième heure du repas.

C'est ainsi que, dans toutes les expériences que nous avons rapportées ou que nous avons faites :

« Du moment que les aliments qui ont été confiés à l'estomac » y parviennent à l'état de dissolution digestive avancée, que les » peptones gastriques ont pu se former en abondance, le pancréas, » examiné à la septième heure du repas, se trouve richement » chargé de ferment pancréatique. »

Soit que les animaux, n'ayant subi aucune opération, aient été laissés absolument à l'état normal, et que les aliments, après avoir subi la digestion gastrique, aient été libres de franchir le pylore pour passer dans le duodénum et d'y subir la digestion intestinale ;

Soit que les aliments ayant été mis et dans l'estomac et dans le duodénum, une ligature appliquée par une opération au pylore ait contraint les deux digestions à se faire séparément, sans communication aucune ;

Soit que, le pylore étant encore lié (1), les aliments n'aient été mis que dans l'estomac, et que la digestion gastrique *seule* fût appelée à s'effectuer à l'exclusion de la digestion intestinale ;

Dès que la première condition, la digestion gastrique, s'est accomplie, et malgré les variations de *toutes* les autres conditions, un fait, la richesse du pancréas en ferment en est résultée constamment ; fait que ni les excitations sympathiques pures nées de l'estomac et de l'intestin, ni la liquéfaction, ni la digestion ni l'absorption intestinales des aliments n'avaient été capables d'accomplir.

Sans peptones gastriques, au contraire, tout ce qui précède est inutile ; point (2) de production de ferment pancréatique.

Cette progressive série d'expériences que nous avons faites est facile à répéter.

(1) Dans tous les cas où le pylore est lié, il faut lier l'œsophage et s'assurer ensuite que la digestion gastrique s'est néanmoins effectuée.

(2) Ce mot n'est pas absolu ; si, au lieu de digérer 50 grammes d'albumine, le pancréas en digère quelques grammes, je dis qu'il est inerte. Cette expression est toujours relative : *point* veut dire ici *extrêmement peu*. Il ne faut pas oublier que si, au milieu de la digestion et sous les influences puissantes que nous décrivons, le pancréas se charge à l'extrême de ferment pancréatique, en l'absence des peptones gastriques immédiatement fournies par le repas, il s'en forme toujours un peu pendant le jeûne prolongé. A vrai dire, pour moi il existe *toujours* du ferment dans le pancréas dès sa formation (voy. page 161 et page 162, note 2) ; mais la quantité en varie extrêmement suivant les conditions que nous avons examinées.

Mais nous ne pouvons nous arrêter à cette seule solution, car du moment que les peptones gastriques sont dans l'estomac, elles sont absorbées. La formation abondante du ferment pancréatique s'effectue-t-elle, en vertu de la seule formation préalable des peptones gastriques; ou ces dernières, impuissantes par elles seules, ne deviendraient-elles efficaces que par l'absorption qu'elles peuvent subir : 1° soit dans l'estomac; 2° soit dans l'inestin? C'est ce que nous allons examiner.

XI. *L'absorption intestinale des peptones gastriques n'est pas ce qui provoque l'élaboration sécrétoire abondante du ferment pancréatique.*

En l'absence de digestion gastrique, on a vu pages 190, 191, comment les peptones intestinales, absorbées soit dans le duodénum, soit au-dessous de lui, étaient absolument impuissantes à provoquer l'acte de FORMATION sécrétoire du pancréas.

Relativement aux peptones fournies par l'estomac, deux sortes d'expériences bien différentes que j'ai faites prouvent d'une manière évidente l'inutilité de leur absorption intestinale pour la formation du ferment pancréatique. Voici la première :

1° Un animal reçut un repas copieux de viande. Au commencement de la cinquième heure, ce repas lui fut soustrait; la viande se trouvait presque entièrement digérée, méconnaissable; le chyme était épais, chargé de peptones gastriques. Alors un autre animal à jeun (1), à estomac vide, reçut par injection, dans le jéjunum, toute cette digestion gastrique. Une ligature empêchait le reflux vers l'estomac. Sacrifice fait quatre heures après, « le jéjunum avait absorbé toutes ces peptones gastriques ». Or, malgré cette énorme absorption par l'intestin, le pancréas était resté absolument inerte.

Donc l'absorption par l'intestin seul, même de peptones gastriques, est sans effet pour la formation pancréatique.

2° La seconde expérience, en supprimant l'absorption intestinale, en montre encore mieux l'inutilité. Liez, en effet, hermétiquement le pylore, injectez des aliments dans l'estomac, fermez l'œsophage (2). Le duodénum vide, sans communication avec l'estomac, ne peut dès lors recevoir ou absorber ni une parcelle d'ali-

(1) L'examen préalable du contenu de l'estomac à l'aide d'une sonde au commencement de l'expérience, et par l'autopsie à la fin de celle-ci, est toujours indispensable. Souvent, en effet, au début, l'animal peut n'être pas aussi à jeun qu'on eût pu le croire.

(2) Cette double ligature arrête souvent la digestion gastrique; il faut toujours examiner l'estomac préalablement à toute conclusion.

ment ni de chyme gastrique, pas même une bulle de gaz. Or, attendez sept à huit heures, ouvrez l'animal, *si la digestion gastrique s'est opérée* (1), cela suffit, vous trouverez le pancréas chargé à l'extrême de ferment pancréatique, et capable parfois, pour un animal de 12 kilos, de digérer jusqu'à 60 grammes d'albumine. Tout s'est fait sans l'absorption d'aucune espèce de peptones par l'intestin.

L'inutilité de cette absorption par l'intestin peut-elle être plus évidemment démontrée ?

Reste à examiner l'absorption par l'estomac.

XII. *Les peptones gastriques ne sont propres à développer la formation du ferment pancréatique qu'après avoir été absorbées par l'estomac même.*

D'abord nous devons proclamer très haut que nos expériences nous ont conduit de la manière la plus formelle à reconnaître à l'estomac, quoi qu'on ait pu dire, une force absorbante considérable.

Le pylore étant absolument fermé par la plus stricte ligature, nous avons injecté dans l'estomac, par une sonde, des quantités déterminées de bouillon ; l'œsophage était aussitôt ligaturé.

Après un temps variable entre demi-heure et six heures, nous enlevions l'estomac ; son contenu, qui n'avait pu échapper par aucune ouverture, avait dans ces cas diminué largement de volume ; c'est ainsi que 100 ou 150 centilitres de bouillon pouvaient avoir disparu en deux ou trois heures (2).

Ce fait avait eu lieu par une seule voie possible, l'absorption gastrique.

Mais ce qu'il importe de dire, c'est que, dans ces conditions d'absorption et sous l'influence du bouillon digéré dont nous venons de parler, le pancréas devenait actif, riche en ferment.

Quelle part avait ici la digestion, quelle part l'absorption ?

Si l'on pouvait supprimer l'absorption gastrique sans arrêter la digestion gastrique, on pourrait faire la part exacte qui revient dans la production du ferment pancréatique, à chacun de ces phénomènes indépendamment de l'autre, la part de la transforma-

(1) Je le répète, la première chose est, dans *toutes les expériences* où l'on fait la double ligature, d'examiner si la digestion gastrique s'est faite ; si dans l'estomac le chyme est liquide, parfait.

(2) Comme nous connaissions le poids des matériaux solides que la quantité de bouillon injectée contenait avant l'expérience ; après celle-ci, en lavant l'estomac et desséchant tout son contenu, nous constations, en outre, balance en main, la quantité de matériaux solides qui avait été enlevée par absorption.

tion seule des aliments indépendamment de l'absorption, la part de l'absorption des peptones seules indépendamment de leur production.

Mais l'absorption gastrique s'opère à mesure que la dissolution digestive des aliments azotés dans l'estomac s'est effectuée, de telle sorte que les deux phénomènes sont trop étroitement unis pour qu'on puisse les séparer absolument. Une autre voie nous offrit heureusement la solution du problème.

Nous savons, en effet, que l'absorption gastrique elle-même, par elle seule, est tout à fait impuissante à provoquer la formation du ferment pancréatique. C'est ainsi que, quelle que soit la quantité élevée d'eau pure ingérée et absorbée par l'estomac, le pancréas reste inactif.

Or, nous allons voir l'estomac capable de digestion donner lieu à une formation de ferment pancréatique d'autant plus grande qu'il aura *absorbé* une plus grande quantité de peptones (1).

Si l'on injecte, en effet, à deux animaux égaux deux volumes égaux de bouillon, *mais* de bouillon inégalement chargé de matériaux solides susceptibles de transformation digestive, la quantité de ferment pancréatique sera inégale.

Dans une expérience que je citerai, l'infusion du pancréas de l'un des animaux se montra capable de digérer 16 grammes seulement d'albumine. Les 200 grammes de bouillon ingéré ne contenaient que 10 grammes de matériaux solides.

L'autre animal, dont les 200 grammes de bouillon ingéré contenaient, au contraire, beaucoup de matériaux solides (25 gram.),

(1) Cette proportionnalité n'a lieu que jusqu'à un certain point. Si le peu de richesse du pancréas est toujours en rapport avec l'absorption et la formation d'une *faible* quantité de peptones, une croissante proportion de peptones absorbées ne m'a pas conduit dans mes expériences à constater un accroissement également proportionnel et indéfini du ferment pancréatique. Sous ce rapport, l'activité fonctionnelle du pancréas, examinée par l'infusion, est limitée. Quoique ce fait puisse faire soupçonner, et bien que je ne l'eusse pas prévu, au contraire, il est réel. Par une riche alimentation, digérée dans les meilleures conditions, je n'ai jamais vu le pancréas, saisi à l'heure la plus favorable, me donner une infusion capable de digérer plus de 60 gram. d'albumine (animaux de 12 à 15 kilogrammes).

Ce chiffre pouvait être atteint par les animaux auxquels je donnais le repas expérimental mixte réglementaire de 250 grammes. Il n'était guère dépassé par ceux auxquels je donnai jusqu'à 500 grammes d'aliments.

Toutefois la ligature du pylore, en retenant plus longtemps les aliments dans l'estomac, qui les transforme alors non plus en partie, mais en totalité, en peptones, amène le pancréas à se charger beaucoup plus et beaucoup plus longtemps de ferment pancréatique.

C'est ainsi que, chez un animal de 12 kilos (exp., p. 129), après avoir fait digérer 34 grammes d'albumine dans le duodénum, le pancréas infusé donna encore une digestion de 40 à 45 grammes d'albumine, soit 70 à 80 grammes en tout. Un chien de 22 kilos donna le chiffre total de 75 grammes (p. 11).

Comparez ces chiffres avec ceux fournis par le suc recueilli par les fistules, page 172, note 3.

fournit à la même époque, après absorption entière, un pancréas capable, au lieu de 16 grammes, de digérer 45 grammes d'albumine dans le même temps.

Ainsi, non-seulement l'estomac absorbe, mais il est nécessaire qu'il absorbe, et plus il absorbe, plus il se fait de ferment pancréatique.

C'est ainsi que si, par défaut ou de temps ou d'activité de l'estomac, les aliments qui ont été confiés à cet organe n'ont point subi la liquéfaction et la transformation digestives, ils ne peuvent être absorbés, dès lors le pancréas reste également impuissant.

Si l'avance ou le retard que subit la liquéfaction ou la transformation digestive vient de la résistance des aliments, le même effet a encore lieu. Ainsi, lorsque l'on confie à l'estomac des aliments qui sont de nature à s'y digérer et dissoudre lentement, l'absorption gastrique des peptones est retardée, dès lors l'énergie maxima du pancréas se trouve reculée d'autant, et n'a guère lieu avant la septième ou huitième heure du repas. C'est le cas des viandes desséchées, des tendons, des viandes crues et coriaces.

Au contraire, cette heure se trouve avancée lorsque l'on confie à l'estomac des aliments qui se digèrent, se dissolvent et conséquemment peuvent être absorbés très vite, comme les viandes bien cuites, très divisées, les substances gélatineuses organisées. Les aliments liquides et non coagulables par le suc gastrique sont de cette catégorie, à ce titre, nuls plus que la gélatine dissoute et le bouillon n'exercent un effet plus rapide sur l'époque de l'énergie maxima du pancréas, qui se trouve extrêmement avancée.

C'est ainsi que, à la troisième heure, nous avons vu des animaux auxquels on avait administré seulement du bouillon présenter le maximum d'énergie du pancréas ; l'infusion de celui-ci digérait facilement alors 45 à 50 grammes d'albumine (1).

## XIII. — *Lien étroit qui fait varier l'activité du pancréas avec la digestion gastrique.*

On voit combien les variations que subissent l'heure d'élaboration maxima, et l'abondance de formation du ferment pancréatique se trouvent étroitement liées aux diverses conditions de la digestion gastrique.

(1) Lorsque l'heure du maximum d'énergie du pancréas vient plus tôt, l'heure d'épuisement *peut* aussi se trouver avancée d'autant. Dans le cas précédent, celle-ci peut arriver à la sixième heure.

Dans les cas où les aliments, de leur nature, se digèrent extrêmement vite, il faut prendre le pancréas à l'heure à laquelle la dissolution s'effectue ; avec la gélatine par exemple, la troisième peut-être celle du maximum de richesse du pancréas.

On conçoit, dès lors, combien, avant que je n'eusse fait la remarque de ces particularités, l'observation était difficile, puisque je pouvais trouver, suivant l'heure, la nature des repas, etc., des pancréas tantôt très actifs, tantôt encore inertes et déjà épuisés, et combien il importe aux expérimentateurs qui voudront nous suivre de fixer avec une précision extrême la quantité (1), la nature des aliments administrés, et de faire précéder les conclusions tirées de l'essai du pancréas par l'examen précis de la digestion et de l'absorption gastriques.

On voudra bien remarquer que les expériences relatées dans ce mémoire ont été, pour la plupart, faites depuis longtemps, et que c'est en juillet 1859 que j'en ai formellement annoncé les principaux résultats :

« Le suc gastrique, s'il a digéré les aliments albuminoïdes dans l'estomac et a été absorbé avec les peptones, favorise tellement l'action pancréatique par un effet direct qu'à la cinquième heure de la digestion gastrique le pancréas a le maximum de puissance ; EN UN MOT, IL FAUT QUE LE PANCRÉAS VIENNE D'ÊTRE NOURRI IMMÉDIATEMENT DE PEPTONES GASTRIQUES POUR QU'IL ACQUIÈRE SON MAXIMUM D'ACTION. » (*Académie des sciences*, 4 juillet, et *Gazette hebdomadaire de médecine*, 1859, p. 442.) Et plus explicitement :

« Le pancréas ne se charge pas de ferment pancréatique en l'absence de digestion et de peptones gastriques ; une pure action sympathique de l'estomac sur le pancréas est impuissante à faire effectuer une réelle production de ferment pancréatique, aussi bien que sont impuissantes, pour cet objet, l'absorption et la production, quelque grandes qu'elles soient, de peptones intestinales. » (Voy. *Gazette hebdomadaire*, 22 juillet 1859, p. 456.)

Le présent mémoire rapporte en détail ce sur quoi nous nous étions fondé, pour nous exprimer ainsi, à cette époque.

Ajoutons qu'en septembre 1859, M. le professeur Schiff passant à Paris, nous eûmes l'occasion de faire en commun avec lui de nouvelles expériences (2) sur ce sujet. Par celles-ci, notre manière de voir s'est trouvée confirmée, et sous d'autres rapports développée largement. Je renvoie à la publication prochaine que nous ferons de nos expériences.

Nous ajouterons encore deux mots.

(1) Pour des animaux de 12 à 13 kilogrammes, le repas expérimental se compose ordinairement de 175 grammes de viande bouillie, 25 grammes de pain, 50 grammes de bouillon, en tout 250 grammes, et 500 grammes pour des animaux de 25 kilogrammes. (Nous avons indiqué le repas préparatoire page 181, ligne 28 et note 2.)

(2) Ce travail commun a été déposé en paquet cacheté à l'Académie des sciences le 31 octobre 1859. M. Schiff en a déjà dit quelques mots dans le *Schmidt's Jahrbücher*, 1860, vol. CV, p. 269.

XIV. — *Théorie.* — *Nutritions locales.*

Nous avons vu la sécrétion, *la production* du ferment pancréatique ressentir surtout une vive influence des produits de la digestion gastrique ; or une telle solidarité peut surprendre, relativement à l'état actuel de la science sur le mécanisme des sécrétions.

En effet, aux purs phénomènes nerveux et vasculaires auxquels jusqu'à présent on avait fait, en général, honneur de la sécrétion, se trouve substituée, si nous ne nous trompons, une doctrine absolument contraire, à savoir que la principale nécessité du pancréas pour former les matériaux distinctifs et fonctionnels de la sécrétion, c'est l'arrivée en son sein de matériaux déterminés, façonnés par la digestion gastrique, traversant la muqueuse de cet organe, apportés par la circulation, LES PEPTONES GASTRIQUES.

Non-seulement cette solidarité paraîtra nouvelle à quelques-uns, mais d'autres demanderont :

Qu'est-ce que les peptones? Nous avons dit, page 117, art. 22 de notre mémoire *sur une fonction peu connue*, etc., que les peptones forment un genre aussi bien caractérisé que le genre albuminoïde les art. 18, 19, 20, 21 justifient cette assertion, nous pouvons ajouter :

Quelle que soit leur nature chimique, qu'elles ne constituent qu'une seule espèce (albuminose), ou, comme nous l'avons soutenu, qu'elles soient aussi nombreuses que les aliments qui leur ont donné naissance par la digestion; qu'elles constituent des corps définis ou non, puissent naître d'une seule façon ou de plusieurs, de quelque appellation (chyme gastrique, nutriments azotés, peptones, albuminose) qu'on veuille les décorer, ELLES EXISTENT, et de plus elles provoquent la formation du ferment pancréatique. Laissons le temps, l'avenir accomplir d'autres progrès.

Mais si le suc pancréatique naît des peptones gastriques absorbées par l'estomac, à quelles nutritions locales servent les peptones gastriques absorbées par l'intestin, à quoi servent surtout les peptones intestinales, etc.? Par quels matériaux déterminés se font la bile, le sperme, le tissu musculaire, cellulaire, cancéreux?

Telles sont les questions à soulever. Mais ce qui doit frapper, c'est l'espoir de pouvoir un jour, à l'aide de connaissances plus précises, cherchées dans la voie ouverte, diriger, maîtriser pour ainsi dire chacune des digestions l'une par l'autre, et donner par la physiologie de la digestion un puissant secours à la thérapeutique.

---

Paris. — Imprimerie de L. MARTINET, rue Mignon, 2.

## HUITIÈME MÉMOIRE

---

SUR

# UNE FONCTION PUISSANTE

ET MÉCONNUE

# DU PANCRÉAS DE L'HOMME *

---

LECTURE FAITE A L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE LE 3 MAI 1864.

SUR

# UNE FONCTION PUISSANTE

ET MÉCONNUE

# DU PANCRÉAS DE L'HOMME

Je viens rendre compte à l'Académie d'expériences que j'ai pu faire chez un homme entré à l'hôpital pour une luxation du fémur, soumis à l'inhalation du chloroforme au milieu d'une pleine santé, et subitement surpris par la mort.

Permettez-moi de vous rappeler, messieurs, qu'en 1858 je publiai un travail expérimental que j'eus l'honneur d'offrir à l'Académie.

Une propriété, celle de dissoudre les aliments albuminoïdes, avait été entrevue, en 1834, par Purkinje et Pappenheim dans le pancréas ; puis, faute de preuves valables, repoussée par l'universalité des physiologistes et confondue, à cause de deux méprises expérimentales, avec la putréfaction par l'un de nos habiles physiologistes.

Dans mes expériences, au contraire, cette propriété, loin de se montrer sous ce jour, m'apparut comme une fonction et une grande fonction.

Trois séries d'expériences avaient, entre mes mains, fourni la démonstration de cette fonction qui, s'effectuant au milieu des liquides de l'intestin, n'a besoin du concours nécessaire d'aucun d'eux pour s'exercer.

D'un côté, chez l'animal vivant, j'avais introduit des aliments au milieu du duodénum fermé, dans lequel nulle trace de suc gastrique, ni de bile, ne pouvait persister ou paraître, mais où le suc pancréatique continuait à couler librement et pouvait manifester son action : ces aliments s'y étaient d'abord largement digérés, puis avaient été absorbés en peu d'heures.

D'un autre côté, transportant à l'extérieur les digestions, je les avais tentées en prenant ici par infusion son ferment au pancréas saisi au moment même du sacrifice et au moment où il est chargé au maximum de son ferment spécial ; là, en provoquant

par l'un des canaux excréteurs l'issue, pendant la vie, du seul suc pancréatique par une opération connue, mais faite également au moment favorable, c'est-à-dire à la même époque du chargement glandulaire.

Sans le concours ni du suc gastrique, ni de la bile, par les digestions internes, dans le corps de l'animal vivant ; — sans le concours ni de la bile, ni du suc gastrique, ni du suc intestinal, dans les digestions extérieures, le suc pancréatique, qu'il fût obtenu par la fistule ou les infusions dans les circonstances précitées, avait révélé sa fonction dissolvante et transformatrice digestive sur les aliments azotés, avec une puissance remarquable.

Invoquer un phénomène de putréfaction eût été insensé. Or, le suc pancréatique était seul ; donc cette fonction lui appartenait en propre.

D'où venait donc qu'on avait méconnu, ou confondu avec la putréfaction, des effets si formels ?

De deux méprises expérimentales :

On niait les effets digestifs, parce qu'au lieu de prendre le pancréas ou son suc au moment où la glande est chargée au maximum de son ferment, époque de toute sa puissance, comme je l'ai exécuté et déterminé; on la prenait à un autre moment : celui de son repos et de son impuissance.

On confondit les effets digestifs avec des effets de putréfaction, parce qu'on laissait arriver ceux-ci après ceux-là, faute de tenir compte (1) de l'extrême rapidité que j'ai découverte dans la digestion pancréatique.

Telles furent les deux méprises fatales à la découverte d'une fonction propre du pancréas et des plus importantes pour l'économie.

Cette fonction était si puissante, que j'étais arrivé à conclure expérimentalement que les substances assimilables, c'est-à-dire les peptones produites par l'exercice de la seule digestion pancréatique, auraient pu renouveler en trois cents jours le poids intégral de tout le corps, puissance de très-peu inférieure à celle de l'estomac.

Le pancréas, sans action nouvelle sur les aliments que l'estomac avait déjà transformés, en avait, au contraire, une complète sur les autres.

Que ceux-ci fussent crus ou cuits, qu'ils eussent quitté l'estomac ramollis ou divisés, qu'ils eussent échappé à cet organe absolument

(1) Voy. p. 107 et 108 de ce mémoire ; p. 2 et 3 de l'appendice ; et dans le courant des mémoires précédents, *passim*.

intacts, ou qu'ils n'eussent jamais été même en contact avec lui, ils tombaient également sous le coup de la digestion par le suc pancréatique. Ainsi le pancréas nous parut devoir à l'avenir être considéré comme le véritable organe complémentaire de l'estomac pour la digestion des aliments azotés.

La fonction propre, rapide, puissante, du pancréas présentait une particularité singulière, et que toutes mes expériences vérifièrent, à savoir : qu'elle exerçait une égale action, une égale puissance digestive, sur les aliments azotés, que le suc digestif du pancréas fût alcalin, fût acide ou fût neutre; privilége bien remarquable, si l'on se rappelle que le suc gastrique ne digère qu'à l'état acide.

Enfin une loi d'harmonie séparative peu prévue, mais fort importante, si elle est réelle, me parut exister : pour que les deux digestions, gastrique et pancréatique, donnassent tout leur produit, il fallait qu'elles fussent séparées, s'exerçassent chacune sur un théâtre distinct, — tandis que les deux agents digestifs *réunis s'entre-détruisaient.* Loi qui faisait songer aussitôt que la nature prévient ce conflit par trois moyens : 1° le pylore, qui sépare les deux ferments; 2° la digestion gastrique même par laquelle la pepsine en digérant s'épuise et s'abolit; 3° la bile, qui, ainsi que l'ont démontré Purkinje et Pappenheim, anéantit l'activité du ferment gastrique.

Je ne parlerai pas d'autres points. J'eus le tort d'accumuler en peu de pages le résultat de trop de recherches.

Ces données éveillaient l'attention sur plus d'un trouble intestinal ou gastrique inconnus dans leur cause, en conséquence peu accessibles dans leur traitement, et faisaient supposer qu'ils pourraient être enfin saisis dans la pratique :

L'explication précise d'une dyspepsie gastrique s'expliquait nettement par le *reflux* biliaire ;

Une cause de dyspepsie intestinale paraissait être saisie dans l'afflux gastrique *prématuré* au milieu du duodénum;

Enfin, une altération organique non étudiée dans ses effets, *l'insuffisance pylorique de l'estomac*, se présentait à l'observation clinique comme pouvant avoir une importance aussi grande qu'ignorée.

Nos travaux furent soumis aussitôt à l'honneur d'une controverse sensée, sérieuse, expérimentale.

Halwachs, Screbiski, Brinton, Pavy nous combattirent. Je m'appesantis sur les bonnes conditions expérimentales que j'avais suivies, mais signalées seulement, et je répondis.

Bientôt Meissner à Göttingue, ainsi que Wittish et Bach, Dani-

lewski, Stockvis en Allemagne, Harley en Angleterre, Schiff en Suisse, ici Longet en 1862, avaient répété les faits physiologiques nombreux que j'avais accumulés et confirmé les données fondamentales que j'avais fait connaître.

Une fonction scientifiquement méconnue pendant bien longtemps apparaissait donc, et l'on peut dire presque facilement, même dans ses détails, à l'aide de l'investigation expérimentale.

Mais il s'agissait d'animaux.

Dans quelle mesure, maintenant que le terrain était découvert et préparé, l'homme allait-il infirmer ou confirmer cette fonction?

Dans quelles circonstances (1) le hasard clinique allait-il fournir les moyens d'observation?

Nous avions reconnu d'une manière certaine et précise, grâce aux expériences provoquées chez les animaux vivants, que la santé était nécessaire pour que l'agent du pancréas qui digère les aliments azotés se produisît, car il paraît en être autrement de celui qui intervient dans la digestion des fécules et des graisses; et qu'il fallait, pour que la glande en fût chargée au maximum, que la digestion gastrique se trouvât régulièrement arrivée de la quatrième à la septième heure de son accomplissement lorsque les aliments ingérés étaient solides, et plus tôt s'ils étaient liquides.

Or, dans quel état était l'homme que, par suite d'une malheureuse circonstance, la science allait interroger?

Il était fort, vigoureux; un accident venait de lui luxer le fémur; sa blessure avait si peu altéré sa santé générale, qu'il avait mangé la veille le maximum de la ration hospitalière.

Trois heures avant l'inhalation chloroformique, il avait bu deux cents grammes de lait (2).

Soumis à cette inhalation, il avait subitement été frappé.

Les conditions d'observation que le hasard nous offrait étaient donc favorables.

Enfin, une température exceptionnellement froide avait conservé le corps absolument frais.

(1) Un état maladif chez l'homme, tel qu'une fistule pancréatique datant de quelques jours, pourra servir à démontrer non l'intégrité, mais la viciation de la fonction.

(2) Voy., p. 185 et 196 sur l'influence plus rapide des aliments liquides.

Nous pouvions donc essayer de nous livrer à l'expérience.

Le pancréas fut aussitôt finement découpé, il fut rapidement mis pendant une demi-heure dans 400 grammes d'eau pure et froide, de temps à autre doucement agitée, pour aider à l'enlèvement de son ferment à la glande ; la liqueur, qui avait l'odeur fraîche d'une infusion de viande récemment abattue, fut filtrée rapidement aussi et recueillie.

Cette liqueur fut alors mêlée avec divers aliments, puis portée et maintenue avec eux dans une étuve d'une température constante de + 40 degrés centigrades ;

Une partie mesurée, fut employée en lui ajoutant une trace d'acide chlorhydrique, de manière à lui communiquer une réaction acide franche au tournesol, elle resta acide jusqu'à la fin ;

Une autre partie égale fut alcalinisée dans la même proportion et se conserva alcaline ;

Une troisième fut maintenue dès le début et resta jusqu'à la fin — neutre ;

Essayées en double, — et sur la fibrine et sur l'albumine, — ces trois liqueurs égales donnèrent le même résultat digestif complet, malgré la variation de la réaction *acide*, *neutre* ou *alcaline* (1), ainsi que cela s'était passé constamment chez les animaux expérimentés par nous.

Une autre portion beaucoup plus considérable fut essayée sur l'albumine cuite et concrète, celle-ci fut rapidement dissoute — aux sept à huit dixièmes — en quatre heures.

Une autre portion fut mise en contact avec une grande quantité de fibrine crue, au bout d'une *demi-heure* celle-ci était méconnaissable, elle était entièrement dissoute *en une heure*.

Cette rapidité extrême ne fut pas ce qui frappa le moins vivement l'un des membres éminents de cette Académie.

Une troisième portion avait été mise avec un fragment, pesant 6 grammes, du tissu crû du pancréas même qui avait fourni l'infusion, et il commença à disparaître à la deuxième heure par une autodigestion.

(1) MM. Wittish et Bach, Schiff peut-être, voient qu'il est absolument nécessaire qu'ils répètent avec beaucoup d'attention, et par séries nombreuses, les expériences qui les ont conduits à dire qu'il fallait que le suc pancréatique fût acide pour digérer. J'attache une grande importance à la découverte et à la réalité de ce privilége remarquable du suc pancréatique de digérer aussi bien à l'état alcalin, acide ou neutre, les faits m'ont obligé contre M. Meissner (voy. p. 133 et 134, note) et m'obligent plus que jamais à persister dans une grande obstination.

Toutes ces digestions conservaient l'odeur *sui generis* et fraîche des aliments et de l'infusion dès le début. Parler de putréfaction eût été absurde.

MM. J. Béclard, Robin, Liégeois, Martin Magron, etc., nous avaient fait l'honneur d'assister aux expériences qui s'accomplissaient en leur présence.

Nous ajoûterons que celles-ci avaient été disposées de façon à pouvoir apprécier LE POIDS TOTAL D'ALIMENT que la totalité du ferment de ce pancréas fût capable de digérer :

La totalité du ferment extrait avait pu digérer en quatre heures, CENT QUATRE-VINGT GRAMMES d'albumine concrète, soit la valeur de six œufs.

C'était bien autre chose pour la fibrine, car en une heure QUATRE CENT VINGT GRAMMES en avaient pu être digérés ! Poids équivalent à la moitié environ de la ration journalière en aliments azotés du cavalier français.

L'action propre et personnelle du pancréas, son action indépendante de la bile, du suc gastrique, du suc intestinal, puissante, rapide, privilégiée sous le rapport de l'indifférence de la réaction, complémentaire de celle de l'estomac, existe donc chez l'homme comme chez les animaux. — Les diverses lois que nous avons indiquées méritent donc de fixer l'attention et la critique, et cette grande fonction devra compter désormais parmi les préoccupations des praticiens auprès des malades, car on ne saurait le méconnaître, qu'on nous excuse de dire toute notre pensée : sans la connaissance préalable et rigoureuse des fonctions, — dans tous leurs détails, — dans toutes leurs lois, — dans leur hiérarchie, la Médecine, même avec l'expérience clinique la plus consommée, reste encore une aventure.

Au moment même où nous terminons l'impression de ce mémoire, M. le docteur de Séré, qui ne connaissait pas nos travaux et à cause de cela est au regret de ne les avoir point cités, nous fait l'honneur de nous offrir un opuscule qui confirme cliniquement ce que nous avons dit de si précis sur l'existence et la gravité de la *Dyspepsie* par *insuffisance Pylorique* (1).

(1) L. de Séré, *Du relâchement du Pylore*. 1864. H. Plon.

APPENDICE

# NEUVIÈME ET DIXIÈME MÉMOIRES

---

## IX^e

## CONDITIONS
## DE BONNE ET DE MAUVAISE EXPÉRIMENTATION

## X^e

## PARALLÈLE
## ENTRE LE PROCÉDÉ EXPÉRIMENTAL DE LA FISTULE
## ET CELUI DE L'INFUSION

MÉMOIRES LUS A L'ACADÉMIE DE MÉDECINE LE 20 MARS 1860

# IX

## CONDITIONS DE BONNE ET DE MAUVAISE EXPÉRIMENTATION.

Après avoir donné la démonstration entière de la fonction méconnue du pancréas relativement à la digestion des aliments azotés, nous croyons devoir indiquer quelques écueils que les physiologistes qui ont été moins heureux que nous n'ont assurément pas évités ; et exposer quelques principes qui ne s'adressent qu'à ceux qui se livrent eux-mêmes à l'expérimentation physiologique, ou sont curieux des procédés qu'elle emploie afin d'asseoir leur jugement sur ses résultats.

### *Conditions expérimentales qu'il faut éviter afin de ne pas tomber dans l'erreur.*

Je ne crois point inutile d'exposer comment les expérimentateurs, soit qu'ils emploient le procédé de l'infusion ou celui de la fistule, pour obtenir le suc pancréatique et étudier ses propriétés

et sa fonction, peuvent, par mégarde, se mettre dans de telles conditions qu'ils soient conduits à méconnaître son action naturelle, — digestive — pour lui attribuer des inconvénients impossibles dans l'état pathologique, c'est-à-dire des fonctions étranges.

Car l'alcalinité ou l'altérabilité du suc pancréatique qui est plus grande que celle du sang, et qui favorisent sa putréfaction à l'air libre, ne peuvent avoir *dans l'économie* un *inconvénient* putride.

Est-ce qu'on ignore l'extraordinaire rapidité de l'absorption intestinale? Est-ce qu'un liquide, suc pancréatique ou les produits dissous de la digestion par ce suc, pourraient séjourner deux ou trois heures dans l'intestin et s'y corrompre avant d'être *enlevés* par cette puissante absorption?

C'est ce qui fait que nul antiputride n'est nécessaire ni au sang, ni aux humeurs résorbables, ni aux aliments qui sont soumis à l'active digestion puis au rapide torrent de la vie.

Ainsi, pour que le suc pancréatique déviant de son action propre toute physiologique, qui jamais dans l'économie et durant le temps nécessaire pour la digestion, ne *décompose* les aliments azotés en l'absence de la bile, vienne à entraîner, dans les digestions externes, la décomposition de ces aliments et ne les dissolve qu'en les putréfiant, l'une des cinq conditions suivantes et fâcheuses est nécessaire :

1° Ou bien les aliments mis en expérience sont déjà putréfiés.

Cela arrive quand on prend des aliments et surtout des œufs anciens et altérés, de la fibrine vieille de deux jours, etc.

(Il faut apporter autant de soin à déterminer la fraîcheur des aliments, œufs, etc., qu'on destine aux expériences, que si ces aliments étaient destinés à un repas.)

2° Ou bien que le suc pancréatique, d'ailleurs normal et convenable, ne soit point employé pour l'étude le jour même et dans les deux heures qu'il est recueilli.

Comment oublier, en effet, que, dans l'économie, c'est le jour même et dès les premières heures qu'il est versé dans le duodénum que le suc pancréatique exerce son action digestive?

3° Ou bien qu'on ne prolonge la digestion au bain-marie trop au delà d'une durée physiologique.

Le bon sens trace encore ici des règles faciles et toutes faites.

Si l'on veut se rappeler que l'estomac garde très-longtemps les aliments qui lui ont été confiés, que sa structure anatomique en fait un véritable réservoir; qu'il est dans la nature de son suc propre d'agir si lentement sur les aliments que ceux-ci sont

après six, dix, douze heures même, souvent encore reconnaissables, on comprend qu'il soit permis au physiologiste de prolonger à l'étuve douze, quinze, dix-huit heures les digestions artificielles qui ont pour objet le suc de l'estomac.

Mais si l'on a présent à l'esprit que le duodénum, au contraire, quoique très-musculeux, n'a pas d'orifice inférieur fermé, qu'il ne fait aucun obstacle à une marche rapide des aliments, qu'il ne présente aucun réservoir pareil au grand cul-de-sac de l'estomac, qu'il n'a de propre à arrêter les aliments dans sa cavité que quelques coudes et une position légèrement ascendante de l'une de ses portions; d'autre part, que presque jamais, à quelque heure du repas que l'on vienne, on ne trouve en cet organe les aliments reconnaissables, bien qu'une bonne partie y arrive en cet état; si l'on ajoute que déjà cependant leur majeure quantité y a disparu par absorption avant même d'avoir eu le temps d'arriver dans le jéjunum, on voit combien pendant la vie *est rapide* la digestion pancréatique!

Tellement que, c'est-à-dire peu, que d'accorder que la digestion pancréatique est cinq à six fois plus rapide que la gastrique.

Le bon sens physiologique indique donc invinciblement que les digestions artificielles faites à l'étuve et dans des bocaux avec le suc pancréatique, doivent aussi se prolonger cinq ou six fois *moins longtemps* que s'il se fût agi de suc gastrique.

La perfection de la digestion pancréatique tient bien plus, en effet, à la perfection du suc qu'à la prolongation de son contact avec les aliments; la nature du suc pancréatique, s'il est réellement normal, est d'agir vite.

Il faut donc qu'on sache que c'est faire une expérience antiphysiologique que de laisser en général plus de trois ou cinq heures des essais de digestion pancréatique à l'étuve.

La *courte durée* nécessaire à l'accomplissement de la digestion pancréatique varie, d'ailleurs, suivant chaque aliment.

Expérimentalement, je puis dire que l'étuve étant maintenue très-exactement entre + 42 et + 45 degrés centigrades, un suc pancréatique, d'une énergie moyenne, agité avec l'aliment tous les quarts d'heure, dissout *en deux ou trois heures au plus* tout ce qu'il peut dissoudre de fibrine, — et *en quatre ou cinq heures* ce qu'il peut dissoudre d'albumine solide; — à ce moment, on doit *toujours* s'arrêter dans la recherche expérimentale, au risque

même de ne pas digérer tout ce qu'on aurait pu et de rester en deçà de la vérité.

4° Une quatrième condition peut, mais plus rarement, faire arriver la putréfaction dans des essais de digestion pancréatique : c'est lorsque la quantité d'aliments est mise en un très-grand excès relativement à l'énergie du suc pancréatique, et que, pour forcer l'accroissement de la digestion, on laisse plus longtemps qu'il ne faut, c'est-à-dire au delà de deux ou trois heures pour la fibrine, de quatre à cinq pour l'albumine, etc., les mélanges digestifs à l'étuve.

L'expérience suivante peut servir à le démontrer :

Un chien épagneul jeune, du poids de 16 à 18 kilogrammes, fut opéré par la fistule pancréatique à la cinquième heure de la digestion. Le suc recueilli pendant les deux heures qui suivirent (sixième et septième heures du repas), s'élevèrent à la quantité de 36 grammes.

Je fis avec ces 36 grammes de la liqueur trois portions égales et comparables de 10 grammes, puis j'introduisis dans chacune d'elles de l'albumine cuite, mais dont la quantité était variée de la façon suivante :

La première portion renfermait 5 grammes d'albumine (moitié de son poids) ;

La seconde, 10 grammes (son poids) ;

La troisième, une fois et demie son poids, soit 15 grammes de blanc d'œuf.

Les trois bocaux furent mis à l'étuve, agités tous les quarts d'heure, puis examinés à la troisième heure accomplie.

A cette époque, dans le troisième bocal où l'albumine était en grand excès, celle-ci avait diminué de volume par dissolution digestive, environ dans la proportion d'un quart.

Dans le deuxième, ce qui restait de morceaux solides d'albumine concrète avait ses angles fort arrondis ; les morceaux en étaient amoindris, et la petite masse persistante avait un caractère pulpeux, ici le blanc d'œuf, en définitive, se trouvait pour plus de la moitié réellement dissous.

Quant au premier bocal, qui avait reçu *la plus faible portion d'aliment*, à part deux ou trois nucléoles transparents, comme gommeux, moins gros que des grains de millet, *il ne présentait plus aucune trace d'albumine*, la digestion, bien graduée d'avance par l'expérience, avait été complète.

*A cette troisième heure, il n'y avait nulle trace de putréfaction dans aucun des trois essais ; c'était une dissolution digestive avec toutes ses qualités.*

Je poursuivis.

Je remis les trois vases à l'étuve pendant deux heures encore.

A la cinquième heure, je les examinai de nouveau ; ils étaient toujours inodores, c'est-à-dire n'avaient que l'odeur naturelle au suc pancréatique au sortir de la glande.

La digestion était depuis longtemps terminée dans le premier bocal qui avait reçu la quantité la moins élevée d'aliment.

Dans le deuxième, l'albumine avait encore baissé de niveau, les trois quarts assurément (6 à 8 grammes) en étaient dissous ; la digestion était considérable.

Dans le troisième bocal, la digestion avait aussi continué ; mais l'accroissement de la dissolution pendant ces deux dernières heures avait été assez faible pour faire voir que la limite physiologique de l'effet digestif, — pour ce suc, — venait d'être à peu près atteinte.

Dans toute autre expérience, en présence de cet état stationnaire, je me fusse arrêté d'autant plus volontiers que, faisant le calcul, j'eusse constaté que, somme toute, les 36 grammes de suc pancréatique, *recueillis en deux heures seulement*, avaient digéré près de 20 grammes d'albumine.

*Or, à cette cinquième heure, la plus grande partie de l'effet digestif étant obtenue dans le temps physiologique, les trois bocaux étaient sans aucune odeur de putréfaction.*

Mon but étant de montrer qu'un grand excès de l'aliment à digérer relativement à l'énergie du suc pancréatique, joint à une prolongation de séjour à l'étuve au delà de la digestion normale du temps, *peut entraîner par ce seul fait un certain degré de putréfaction*, je remis — contre l'indication physiologique, — le troisième bocal au bain-marie et je l'y maintins deux nouvelles heures.

Après ce temps (septième heure accomplie du séjour à l'étuve), il était évident qu'on pouvait percevoir une odeur manifeste de putréfaction commençante ; à cette septième heure, *dans l'économie*, le suc pancréatique avec ses produits eût été depuis longtemps résorbé, et les fèces formées par le reste indigéré des aliments.

De ces faits, comme d'autres que j'ai précédemment signalés, il résulte que, lorsqu'on fait des recherches de physiologie digestive sur le suc pancréatique, il ne faut point accumuler dans le suc pancréatique, au delà de la mesure, les aliments à digérer.

Afin de pouvoir *à peu près* connaître d'avance cette mesure, je conseille vivement de faire toujours, au préalable, *à titre de*

*tâtonnement*, si la température, le temps écoulé depuis l'issue du liquide pancréatique ou l'extraction du pancréas le permettent (1), un certain nombre d'expériences dans lesquelles, pour un poids fixe et minime du même suc, on met des proportions graduellement variées d'aliments, afin de voir pour un temps rationnel et court, le plus haut degré d'aliment digéré qui a été atteint. Après cet essai, on institue avec bien plus de sûreté les expériences définitives, et l'on arrive d'une manière précise à déterminer la capacité digestive réelle de chaque suc pancréatique expérimenté (2).

D'ailleurs, et dans tous les cas, une fois arrivé au moment où les changements d'heure en heure se trouvent stationnaires, on doit s'arrêter, interrompre le séjour à l'étuve, et ne point risquer, par une obstination mal entendue, de convertir une action physiologique en une expérience de putréfaction.

5° Ce dernier cas peut encore se montrer :

*A*. Si le suc pancréatique recueilli pour les expériences est pris à un animal malade ou à jeun;

*B*. S'il est purulent;

*C*. S'il n'a été recueilli que vingt-quatre, quarante-huit heures ou plusieurs jours après l'apposition de la canule ; dans ce cas, en effet, l'irritation inévitable qui accompagne cette dernière a eu tout le temps de développer son influence perturbatrice sur la sécrétion;

*D*. Si, après l'opération, la sécrétion par la canule s'est aussitôt arrêtée, et n'a reparu que douze ou vingt-quatre heures après,

(1) Par une température de plus de 15 degrés centigrades, il faut que le suc pancréatique ne reste pas sans être employé plus de deux heures après qu'il s'est écoulé du canal excréteur. Si, aussitôt après son extraction, le suc est maintenu à une température constante inférieure à + 5 degrés centigrades, on peut attendre quatre heures. Dans ces conditions, on peut avoir le temps de faire une ou une deuxième série d'expériences de tâtonnements. Si les sucs étaient conservés dans de la glace, on pourrait attendre six à huit heures. Dans tous les cas, il faut éviter de laisser changer plusieurs fois la température.

(2) Exemple d'essai : le pancréas entier d'un chien de 12 kilogrammes a donné 100 centigrammes cubes d'infusion :

1° 10 centigrammes cubes de l'infusion sont mis dans un flacon ont reçu 3 grammes de fibrine;

2° 10 centigrammes cubes de l'infusion sont mis dans un flacon ont reçu 6 grammes de fibrine;

3° 10 centigrammes cubes de l'infusion sont mis dans un flacon ont donné 9 grammes de fibrine.

Après trois ou quatre heures au maximum de séjour à l'étuve, en agitant tous les quarts d'heure, c'est le deuxième flacon, celui des 6 grammes de fibrine, dans lequel la fibrine a été le mieux dissoute et transformée. Donc la capacité digestive du pancréas entier est de 60 grammes de fibrine digérée ($6 \times 10$).

l'arrêt est, en effet, un indice probable que la sécrétion s'est altérée ;

Et, pour les sucs provenant des infusions, si les pancréas ont été extraits du corps de l'animal vivant depuis plus de deux heures ou si l'infusion est restée plus de deux heures sans être expérimentée, — ou encore si l'animal était à jeun.

Telles sont les cinq conditions fâcheuses qui conduisent à faire venir la putréfaction au lieu de la digestion.

Règle absolue : pour avoir des effets saisissants (1), il faut prendre les sucs ou les pancréas, *au moment du chargement maximum de ceux-ci en ferment*, et au moment où l'on commence l'expérience digestive CONSTATER *de visu :* que LA DIGESTION GASTRIQUE DES ANIMAUX, RÉGULIÈREMENT ACCOMPLIE, A RÉDUIT LES ALIMENTS SOLIDES EN BOUILLIE LIQUIDE.

Cela étant, on peut assurer d'avance que les effets digestifs du suc du pancréas seront *puissants.*

On trouvera, d'ailleurs, dans mes précédents mémoires la manière dont, en général, les animaux doivent être choisis, traités, préparés, etc., et relativement aux expériences de digestion, comme pour chaque cas j'ai expérimenté.

(1) Nous avons dit, page 3 de notre premier mémoire : « Nous engageons le lecteur à répéter, comme nous les avons faites, les expériences que nous rapportons. » Nous avons spécifié plus loin que nous avions fait les digestions dans le duodénum pendant que la digestion gastrique s'achevait. Nous avons agi de même en prenant toujours le pancréas, alors que des aliments en voie de dissolution complète existaient dans l'estomac. L'exemple, la parole, le conseil, tout était d'accord. On méconnut notre conseil de faire les expériences *comme nous les avions faites*, c'est-à-dire en digestion gastrique, dès lors on ne vit pas ce que nous avions vu, et l'on nous contredit. A ce moment, M. Meissner confirma nos expériences en disant qu'il faut, pour voir la fonction, prendre les pancréas à des animaux en pleine digestion. Notre ami M. Schiff a donc eu bien tort de nous faire dire que nous avons généralisé à l'état de jeûne l'existence de la puissance digestive : « *M. Corvisart a eu le tort de trop généraliser* » (Schiff, *Imparziale*, 1864, n° 5, p. 441) ; ou bien : « Corvisart était combattu, et l'on déniait le résultat affirmatif de ses expériences, quand Meissner eut l'idée simple que l'on devait employer seulement le pancréas d'animaux qui digèrent (*Archiv der Heilkunde*, 1861 ; ber. XII, rapports, etc., par Schiff).

Nous croyons qu'il faut dire *plus justement :* M. Corvisart a expérimenté en prenant les pancréas pendant que la digestion gastrique s'achève, et déclaré qu'en faisant comme lui les expériences, la fonction énergique du Pancréas se montre évidente. M. Meissner a accentué cette recommandation ; les contradicteurs de M. Corvisart *ont eu le tort* de ne pas la suivre.

Mais évidemment M. Schiff, avec toute personne de bonne foi, pense ainsi, puisqu'il le déclarait lui-même en 1860 dans le *Schmidt's Jahrbucher* (vol. CV, n° 2, p. 269).

M. Schiff faisait cette déclaration au moment même où il donnait les résultats d'un travail que nous avions fait avec lui et qui confirmait la théorie du chargement du pancréas que mes expériences m'avaient conduit à formuler en juillet 1859 à l'Académie des sciences (voy. *Gaz. hebd.*, 1859, p. 442 et 456).

# X

*Parallèle entre le procédé ancien de la fistule et celui de l'infusion.*

J'ai appelé le procédé de la fistule à contrôler seulement en dernier lieu les résultats obtenus par le procédé de l'infusion. J'ai mis au contraire à contribution, d'une manière habituelle, le procédé de l'infusion, même pour les recherches les plus délicates, telles que celles qui avaient pour but de déterminer la variation du ferment pancréatique ; je dois donner la raison de cette préférence suivie.

Tout procédé expérimental de physiologie est une sorte d'analyse par laquelle ou éloigne une, deux ou plusieurs conditions ordinaires d'un phénomène, afin de connaître la cause réelle de ce dernier.

C'est ainsi que, par exemple, on fait la ligature des artères et des veines, afin de savoir si l'absorption se fait par les lymphatiques; puis on fait la ligature des lymphatiques seuls.

L'habileté du physiologiste consiste à bien choisir parmi les fonc-

tions ou les conditions physiologiques : 1° celles qu'il veut éloigner; 2° celles, au contraire, qu'il importe le plus de conserver dans leur intégrité, de telle sorte que, à part ce qui est *strictement nécessaire* pour la recherche, rien ne soit troublé dans l'état physiologique ; 3° enfin à varier suffisamment les recherches ainsi conduites, pour arriver à la connaissance de l'*état physiologique complet* de la fonction recherchée ; sans cela, en effet, l'étude est de pure curiosité ; il est impossible de déterminer la place hiérarchique de cette fonction dans l'économie et le degré d'importance qu'il y a pour la vie à la rétablir (1).

En établissant une fistule pancréatique, le physiologiste doit : 1° éloigner l'arrivée du suc pancréatique dans l'intestin, afin d'avoir et d'étudier ce suc digestif pur, sans mélange avec la bile, les sucs intestinaux, etc.; 2° préserver le pancréas et sa fonction de toute cause susceptible d'en troubler l'état physiologique ; sans cela, en effet, les désordres pathologiques résultant de l'expérience pourraient prendre le dessus, dominer les causes physiologiques des phénomènes et faire admettre des résultats variables et purement accidentels pour les phénomènes réguliers de la vie physiologique ; 3° enfin arriver à connaître les diverses propriétés de la sécrétion pancréatique, les classer suivant leur utilité et surtout connaître la somme d'énergie, d'action, c'est-à-dire *la somme d'aliments que le suc pancréatique, pendant chaque période digestive, est appelé à élaborer.*

Le procédé de la fistule remplit-il, *à priori*, ces trois conditions :

1° La première condition est sans doute pleinement atteinte, car la présence dans le canal excréteur d'une canule ayant issue hors de l'économie préserve, en effet, le suc pancréatique qui s'écoule de tout contact avec le suc gastrique intestinal, la bile et le chyme ;

2° La seconde condition, qui consiste à préserver la fonction glandulaire de toute *cause possible* de trouble est-elle également remplie ? Telle est la seconde question que nous allons examiner.

On sait que le procédé qui nous occupe consiste en ce que le

(1) A ceux qui nieraient qu'il y ait si grande importance à connaître ces degrés hiérarchiques, je répondrai : Le doigt annulaire pour l'état physiologique de l'homme, au point de vue de la préhension, a-t-il la même importance que le pouce ? devra-t-on s'ingénier à traiter aussi vigoureusement une inflammation ordinaire de la conjonctive que celle des méninges ? la vie est-elle également en danger par une obstruction du canal Stenon, un arrêt de la sécrétion salivaire, que par une obstruction du pylore ou le défaut de suc gastrique, de bile ou de suc pancréatique ? Tout le tact en médecine pratique vient souvent de l'observation de ces règles.

pancréas est attiré hors du corps par une ouverture abdominale; qu'une ouverture par l'instrument tranchant est faite au canal excréteur entre le duodénum et le pancréas, *à quelques millimètres* de chacun d'eux (car le canal est très court); qu'enfin la canule est fixée dans le canal.

Or, il est bien certain que cette blessure (nécessairement si proche de la glande à cause de la brièveté du canal) est, pour la conservation des fonctions glandulaires, plus fâcheuse que si la nature avait permis que la blessure fût beaucoup plus éloignée de *l'organe dont il s'agit de ne pas troubler la fonction.*

A cet inconvénient relatif à la blessure, il s'en joint, *au moins à priori* un second, tiré de la présence et du séjour prolongé de la canule dans le canal excréteur et dans un voisinage très proche du pancréas même.

L'innocuité absolue de la canule gastrique a peut-être mal conseillé, quand elle a fait appliquer la canule pancréatique, non à des recherches de curiosité, comme celle de de Graaf, pour lesquelles elle est très légitime, mais à des recherches élevées et précises de véritable physiologie?

*A priori*, on a peut-être trop oublié qu'une même opération peut complétement varier dans ses conséquences *pathologiques*, suivant qu'elle est appliquée à tel organe ou à tel autre.

Pour prendre l'opération la plus simple, je citerai la parfaite innocuité de la ligature des *artères* comparée aux fréquents et parfois terribles accidents de la ligature pratiquée sur les *veines!*

C'est donc une chose capitale de varier complétement les procédés expérimentaux suivant la convenance des organes.

Chaque organe, en effet, a sa destination, sa sensibilité spéciales; l'œil ne s'accommode pas d'un gravier comme s'en accommode la bouche, le pancréas ne s'accoutume nullement aux fistules à la manière de l'estomac.

Cette différence est si palpable, que les canules fistulaires pancréatiques, au lieu de persister des années, comme celles de l'estomac, tombent fatalement au bout de quelques jours ou de quelques semaines.

Pour l'estomac, une canule est sans doute un corps étranger; mais combien l'estomac en fait à leur présence! S'émeut-il des aliments, des boissons, des pilules, des noyaux, qui journellement y sont jetés?

N'est-ce point cette condition physiologique, cette circonstance heureuse, qui a permis d'établir et de conserver sans désordre quelconque, pendant deux et trois ans entiers, des fistules gastriques à des animaux, et donné une haute valeur à ce procédé expérimental?

N'est-ce point tout au contraire une chose antiphysiologique que la présence d'une canule dans le canal pancréatique ?

Pourquoi ce dernier est-il si ténu, si court; pourquoi rampe-t-il dans les parois du duodénum défendu de toute part, même par la disposition en biseau de son orifice, contre les corps étrangers? Serait-ce pour leur faciliter l'entrée de ses conduits!

La sensibilité de cette glande, si connue des physiologistes, est si grande, qu'il suffit d'un séjour un peu prolongé à l'air, d'un froissement avec les doigts, pour pervertir sa sécrétion.

N'est-ce point assez montrer qu'il n'est ni rationnel, ni prudent, de faire une opération sur son canal, de laisser une canule à demeure à quelques millimètres de son tissu ?

Le propre d'un état physiologique non troublé, c'est la régularité, l'uniformité dans l'exercice.

Si donc l'opération de la fistule est, contre notre raisonnement, et *a posteriori*, innocent sur la sécrétion glandulaire, nous devrons voir celle-ci s'opérer avec régularité, uniformité, suivant un rhythme déterminé et toujours le même.

APRÈS L'OPÉRATION DE LA FISTULE, C'EST PRÉCISÉMENT CE QUI MANQUE.

Sous le rapport du trouble rhythme de la sécrétion, voici ce qu'on observe après l'opération :

*A*. Tantôt le suc pancréatique coule, augmente pendant la digestion, diminue après elle, et reste faible, très faible pendant le jeûne qui suit.

On rencontre ce cas une ou deux fois au plus sur dix.

C'est une grande et relativement heureuse exception.

*B*. Tantôt le suc s'écoule, augmente, *mais augmente sans cesse* d'heure en heure, de jour en jour, jusqu'à ce que le suc devienne purulent, que la canule tombe, ou que l'animal meure. Ce cas arrive trois fois sur dix.

*C*. Tantôt le suc QUI S'ÉCOULAIT AU MOMENT DE L'OPÉRATION cesse tout à coup de paraître, *malgré que la canule soit libre*. Ce cas se montre quatre ou cinq fois sur dix. Il y a suspension complète de l'écoulement pendant une demi-heure, une heure, deux, trois ou quatre heures. Plus tard l'écoulement reprend, mais en général pour présenter après quelques heures une augmentation excessive, sans trêve ou la purulence, comme dans le cas précédent.

Ce qui frappe, dans tous ces cas, c'est une extrême variabilité, tant l'état physiologique est troublé par le fait de cette opération regardée par quelques-uns comme innocente!

Ce procédé, s'il n'est innocent, est-il au moins fidèle; permet-il de juger par la quantité ou la rapidité du suc qui s'écoule par la canule de l'état fonctionnel de la glande pendant l'observation?

En aucune façon.

Il est impossible de connaître, *par l'écoulement visible du suc par la canule*, l'activité sécrétoire générale et réelle du pancréas.

La glande, en effet, est pourvue de deux canaux excréteurs qui, normalement, versent le suc pancréatique dans l'intestin et sont anastomosés entre eux; de plus, ils sont inégaux.

S'il s'écoule, en un temps donné, 10 grammes de liquide par le conduit auquel on a apposé la canule, sait-on ce qui s'en écoule par le canal resté libre et qui s'ouvre dans l'intestin?

Admettra-t-on qu'il s'en écoule autant?

Pour qu'il en soit ainsi, il faudrait que les deux canaux fussent égaux, *ce qui n'est pas;* que la portion de glande qui fournit l'un soit égale à celle que fournit l'autre, *ce qui n'est pas.*

Les deux canaux fussent-ils même naturellement égaux en calibre, que par le fait de l'anastomose et de l'opération on ne pourrait juger par ce qui s'écoule de l'un de ce que l'autre fournit pendant le même temps.

La présence de la canule obstrue, en effet, le calibre du canal opéré, l'uniformité supposée serait aussitôt rompue; par cet orifice plus étroit, l'écoulement devenu moindre (1), chercherait à prendre issue ailleurs, et l'anastomose ferait passer dans le canal non opéré le suc qu'il serait lui-même devenu inhabile à laisser passer.

On le voit, la canule apporte un DOUBLE TROUBLE, une double source d'erreur; elle diminue l'écoulement physiologique de l'un des canaux et surcharge l'écoulement ordinaire du second, *sans qu'on puisse savoir en quelle quantité proportionnelle.*

Ainsi, malgré toutes les hypothèses d'égalité primitive des canaux, la canule et ce qu'elle fournit *ne peuvent donner aucune idée de l'activité sécrétoire générale et réelle du pancréas* dans un temps donné, celui de la digestion.

Le procédé en apparence si simple et si naturel de la fistule ne peut donc faire juger de l'importance du rôle que le pancréas est appelé à remplir dans une digestion.

Je ne parle pas de l'effet de la canule, corps étranger qui irrite le conduit suivant le degré ou la durée de l'irritation, corps qui amène nécessairement, soit une *contraction spasmodique* du canal,

(1) Sans qu'on puisse jamais se rendre compte de la manière ou de la somme de cette interversion, sans qu'on puisse établir aucune proportionnalité quelconque.

soit, au contraire, sa *dilatation paralytique*, sans qu'on puisse en aucune façon savoir lequel des deux effets a lieu, effet qui, par ce mécanisme, amène un changement également *inconnu* dans l'écoulement du liquide pancréatique.

Ajoutons encore que dans le cas où l'écoulement est abondant par la canule, il y a à se demander si cela est dû, soit à une irritation de la glande donnant quelque chose de pareil à l'afflux pathologique des larmes sous l'influence d'un gravier introduit sous les paupières, soit au fonctionnement régulier du pancréas *en vue de la seule digestion*.

La perversion que le fait de l'opération de la fistule amène dans la quantité du suc pancréatique qui s'écoule par cette dernière est-elle accompagnée de la perversion de la qualité elle-même et des propriétés du suc?

On ne saurait en douter quand on sait, d'une part, que si la fistule est faite avant la quatrième heure de la digestion, et surtout à l'état de jeûne, le suc pancréatique est plus ou moins inerte, sans propriété digestive sur les aliments azotés, et de l'autre, que le plus souvent, dès le deuxième ou troisième jour de l'opération, le suc pancréatique devient purulent et putréfiable au dernier point.

Avant cette altération extrême, résultat de l'irritation causée par l'opération, il est de nombreux degrés.

Ce sont ces degrés d'altération qui ont empêché les physiologistes de *découvrir*, par le procédé de la fistule, que le pancréas a une action digestive énergique et *propre* sur les aliments azotés, et trompé à ce point de faire croire qu'il putréfiait, de sa nature, les aliments.

C'est la même inconstance dans l'intégrité des sucs obtenus par ce procédé qui a causé tant de variabilité dans les opinions.

Aujourd'hui la lumière s'est faite, cette cause de variabilité est connue; elle peut être évitée, en faisant, A UN MOMENT PROPICE, l'opération de la fistule, et en rejetant comme impropres à l'étude les sucs fournis par cette dernière, *quand ils ne digèrent point les aliments azotés*.

Le procédé de l'infusion a fait en effet découvrir cette propriété au suc pancréatique, et ce mémoire a montré que si l'opération de la fistule a été conduite de telle manière qu'elle n'ait pu altérer le suc naturel de la glande, *cette énergique propriété digestive y existe à un haut degré*.

Dans les autres cas, c'est-à-dire lorsque le suc pancréatique, issu par la fistule, altéré par elle, n'a plus cette propriété, com-

ment le prévoir? Pendant son écoulement, comment peut-on savoir qu'il commence à perdre cette propriété autrement que par l'expérience de la digestion artificielle, à quel signe?

Ni l'acidité ou l'alcalinité, ni la viscosité, ni la densité, ni la coagulation par la chaleur, *ni même la conservation de la faculté de digérer les fécules ou d'émulsionner les graisses*, ne peuvent le faire prévoir, il faut essayer. Nous élevons cette réponse à la hauteur d'une formule.

Ainsi, dans un autre ouvrage, nous avons dit, pour le suc gastrique ou la pepsine, que à aucun signe autre que l'essai digestif préalable on ne peut reconnaître si le ferment digestif est actif. Tel est inerte qui ressemble *d'ailleurs* en tout point à tel autre suc qui est énergique.

Connaître le degré d'importance des fonctions d'un organe, est d'une nécessité aussi grande, sinon plus, pour le physiologiste, que la nature même de ces fonctions.

Connaître l'action du pancréas, c'est bien et curieux ; connaître la somme d'énergie digestive du pancréas, c'est d'une physiologie bien autrement utile, car elle mène à la médecine pratique.

Quelle est donc la somme d'aliments azotés que, pendant chaque période digestive, le pancréas est appelé à élaborer?

Ce n'est pas le procédé de la fistule qui peut résoudre ce problème. En effet, ce qui s'écoule par la canule n'est qu'une portion *inconnue* de ce qui est fourni par la glande, car le deuxième canal non pourvu de canule déverse d'une manière invisible dans le duodénum une autre portion inconnue de suc, de sorte qu'on ne connaît point et qu'on ne peut mesurer la *quantité* totale du suc écoulé pendant une digestion.

Non-seulement la qualité elle-même du suc peut varier : être bonne dans le suc versé dans le duodénum, altérée dans le canal et la portion de glande qui sont irrités par la canule, mais sa quantité elle-même varie aussi sans qu'on le sache.

Or, pour savoir, d'après l'essai d'un échantillon du suc, quelle est la somme d'énergie digestive du tout, il faudrait de toute nécessité que tout le suc fût *semblable* et qu'on en connût la *totalité*.

Tels sont les inconvénients du procédé de la fistule.

Le procédé de l'infusion qui a fait faire la plupart des découvertes les plus importantes, a sans doute aussi les siens; mais ne sont-ils pas moins graves, puisqu'il a permis les plus importantes découvertes ?

La plus grande objection que l'on puisse faire au suc pancréatique recueilli par l'infusion d'une glande prise à un animal qui vient d'être tué, est que l'animal vient d'être tué.

C'est l'objection de ceux qui pensent que les actes MÊME PUREMENT PHYSICO-CHIMIQUES DE LA VIE CESSENT A L'INSTANT MÊME DE LA MORT.

Lorsque votre procédé de l'infusion est mis en jeu, dit-on, l'animal, le pancréas sont morts, LE SUC PANCRÉATIQUE EST MORT!

Cette objection, faite à l'avantage du suc pancréatique recueilli par la fistule, est une erreur, elle ne résiste pas aux faits; peu d'exemples suffiront à le démontrer.

La contraction musculaire, par exemple, de laquelle résulte le mouvement des doigts est un acte de la vie; l'animal meurt, le muscle est mort; il doit donc avoir perdu toute contractilité si l'objection tirée de l'état de vie ou de mort est fondée; — j'applique une aiguille, un courant électrique... le muscle se contracte... le doigt se meut. A-t-il donc cessé d'être mort? Nullement, mais la propriété physique «*contractilité*» donnée au muscle par la vie a survécu à la mort!

Voilà pour un acte physique.

Venons aux actes chimiques.

Un animal est en pleine digestion stomacale; le suc gastrique est sécrété; il est en train, par un acte chimique, de dissoudre les aliments dans l'estomac; à ce moment même l'animal est tué.

L'animal étant mort, le suc gastrique devrait avoir perdu toute sa faculté digestive, si les mêmes critiques avaient raison. Il n'en est rien cependant.

Ainsi que la composition et les propriétés du sucre se conservent indéfiniment, quoique la betterave ou la canne qui l'a formé ait depuis longtemps cessé de vivre, ainsi la composition et les propriétés du suc gastrique se conservent longuement après la mort de l'animal qui l'a sécrété.

Ces critiques inconsidérés ne savent-ils point, en effet, qu'il suffit de laisser l'estomac et son contenu dans le corps mort entièrement, mais encore chaud, pour que la digestion CONTINUE?

Ne savent-ils point qu'il suffit, laissant même de côté l'estomac, de prendre son contenu, c'est-à-dire les aliments avec le suc gastrique dans lequel ils baignent, et de les maintenir dans un bocal inerte, à une température de corps vivant, pour que la digestion continue et se complète sur le reste des aliments?

Ont-ils oublié que, dans des cas de cessation instantanée de la vie physiologique par le supplice, on a vu le suc gastrique, tant sa puissance persiste avec énergie après le sacrifice, s'attaquer à l'estomac mort comme à un aliment, en faire sa proie et le dissoudre, *dans le cadavre*, par auto-digestion?

Apprendrai-je quelque chose de nouveau en disant que si le suc gastrique est mis dans des flacons suffisamment bouchés pour em-

pêcher sa corruption, si la pepsine est sèche et suffisamment séparée des substances qui, telles que le mucus, etc., subissent facilement la putréfaction et la communiquent, c'est pendant des mois entiers pour le premier, pendant de nombreuses années et presque indéfiniment pour la seconde, qu'ils conservent leur propriété digestive? Non-seulement le suc gastrique et la pepsine, après la mort des animaux qui les ont fournis, opèrent dans les aliments des changements chimiques absolument identiques avec ceux qu'ils leur font subir lorsqu'ils agissent pendant la vie, mais encore leur communiquent des propriétés assimilatrices tellement semblables, que ces aliments digérés se comportent alors dans le corps vivant d'une manière absolument pareille dans les deux cas. (Voir mon mémoire *sur les aliments et les nutriments*, 1854.) Bien plus, nous montrerons, dans un travail qui nous est commun avec M. Schiff, un *organe vivant*, dont la fonction est inimitable, cesser de fonctionner par l'anéantissement de la propriété digestive gastrique, *et fonctionner de nouveau avec énergie, précision et certitude*, si on lui apporte, non les produits de la digestion gastrique faite pendant la vie, *mais les produits de la digestion gastrique survivante, faite après la mort!*

L'analogie nous conduirait à penser que le suc pancréatique ne se comporte point autrement que le suc gastrique, et que ses propriétés digestives survivent à la mort.

Les faits, nous l'avons vu, parlent encore plus haut que les analogies.

L'objection, tirée de ce que le suc pancréatique ne peut avoir d'action que dans les conditions de la vie, bien que dirigée contre le procédé de l'infusion de la glande, afin de faire prévaloir le procédé de la fistule, si elle n'était fausse en fait, se retournerait *d'ailleurs* aussitôt contre le but de ses promoteurs.

Si le suc pancréatique était privé, en effet, de ses propriétés chimico-physiologiques, à l'instant même qu'il est soustrait à la vie, comment ne les perdrait-il pas par le procédé de la fistule, *aussitôt* que du corps *il a passé* de la canule *dans un bocal* et abdiqué les organes vivants pour un vase inerte?

Mais les faits relatés, dis-je, parlent assez haut.

Le suc pancréatique, une fois produit par l'économie, est, pour l'exercice de ses propriétés, indépendant du vase qui le contient. Cela a lieu aussi bien pour le suc pancréatique déjà sorti par excrétion de la glande que pour celui qui, élaboré par la glande, n'a point encore quitté l'organe de sa formation et y est pris par infusion.

On a essayé contre le procédé de l'infusion une autre objection.

Elle consiste à récuser, par avance, tous les résultats fournis — en se fondant sur ce que, en mettant le pancréas en infusion dans l'eau, celle-ci se charge non-seulement du ferment pancréatique qui se trouve dans la glande, mais aussi *de divers éléments du sang.*

Cette objection a peu de valeur.

Nous le demandons, en premier lieu : quel procédé de physiologie expérimentale est passible d'un moindre reproche, d'un moindre inconvénient ?

Est-ce la section d'un nerf dans la recherche des propriétés du système nerveux, la ligature d'une artère pour vider une question de circulation ; pour l'étude de la digestion, est-ce la présence d'une canule dans le canal pancréatique à travers une plaie du ventre ?

En second lieu, que nous fait cette parcelle de sang ? Quelle erreur pourrait-elle nous faire commettre ? Cette parcelle de sang est incapable d'aucune action digestive sur les aliments azotés ; irait-elle dès lors communiquer au suc pancréatique une propriété qu'elle n'a pas elle-même ?

Si, enfin, cette parcelle de sang était capable d'*altérer* les propriétés du suc pancréatique de la glande, comment celui-ci pourrait-il, sans s'altérer, digérer jamais de la viande fraîche ; car cette viande fraîche apporterait également au suc pancréatique pur ce sang funeste ?

On fera donc bien de continuer à explorer les fonctions digestives par le moyen de l'infusion, qui a déjà tant fait faire de découvertes.

Il nous reste à dire, relativement au sujet qui nous occupe, non pourquoi le procédé de l'infusion est bon à employer, mais pourquoi il est bon à préférer ; et pourquoi nous trouvons le procédé de la fistule souvent vicieux.

D'un côté, le procédé opératoire de la fistule a un vice radical, c'est que presque forcément il trouble tout ou partie de la fonction glandulaire et vicie la qualité du suc sécrété ; il en résulte qu'une fonction de ce suc — existant réellement — pourrait être, par le fait de la blessure seule, suffisamment voilée pour échapper ; c'est ce qui est arrivé pour la digestion des aliments azotés, si facile cependant à constater.

Ce même procédé laisse en outre échapper invisibles, par le deuxième canal, les éléments propres à déterminer si, même au point de vue de la quantité, la fonction est altérée. Dès lors le physiologiste ne peut se rendre compte de la quantité normale du suc, il n'a aucune base, même approximative, pour des expériences

comparatives, et ne peut savoir en quelle mesure existe cette altération. Le procédé de la fistule qui peut laisser échapper l'existence d'une fonction, donne en outre à l'observateur un suc incapable de fournir des résultats constants ni même comparables d'un animal à un autre, ou d'un instant à l'autre chez le même animal.

De ces imperfections considérables du procédé de la fistule, qui porte en lui-même tant d'éléments de trouble, il en est résulté qu'avec lui seul on n'aurait jamais pu suivre les variations de la fonction qui nous occupe.

Il en est autrement du procédé de l'infusion. Mais quel est donc l'avantage de prendre le pancréas pour lui enlever son ferment par infusion?

C'est que, loin de recueillir le suc *après avoir troublé la sécrétion* par l'opération de la fistule, — on saisit le ferment dans la glande au moment où celle-ci l'élabore au milieu de l'état physiologique le plus complet.

Telle que la vie et ses circonstances diverses avaient fait la glande et son ferment, telle elle est surprise avec lui au moment du sacrifice. Cet avantage est capital.

L'état physiologique étant dès lors connu, l'expérimentateur peut faire varier toutes les circonstances de l'état physiologique et surprendre leur résultat, et seulement leur résultat, c'est-à-dire leur influence *précise*, en saisissant la glande qui les a physiologiquement, librement, seulement subies. En un mot, le procédé expérimental saisit la glande *au moment de l'état physiologique le plus absolu*, et saisit en elle le ferment tel que la vie la plus respectée *l'a élaboré*.

Voilà pourquoi nous avons préféré employer bien plus souvent que l'autre le procédé de l'infusion.

Avec lui plus d'inconstance étrange dans les propriétés du ferment; elles sont toujours semblables, dès que celui-ci a été saisi, si les animaux qui ont fourni le pancréas ont pareillement vécu.

Tout devient comparable à tel point qu'en faisant varier successivement les conditions diverses de la vie, et particulièrement les alimentaires, nous avons pu découvrir COMMENT VARIE, SOUS LEUR INFLUENCE, l'énergie du ferment que la vie a formé dans la glande, tel que nous l'avait livré le pancréas au moment même de la mort.

C'est ainsi que nous avons pu voir que l'infusion entière d'un pancréas pris à la sixième ou septième heure du repas, donne toujours le suc pancréatique actif en quantité plus élevée et de beaucoup, qu'à toutes les autres heures, c'est-à-dire digère toujours la quantité la plus élevée d'aliments.

C'est ainsi que nous avons pu voir que tous les pancréas pris à cette heure, si les animaux sont de même taille et de même âge,

et ont dans les quarante-huit heures précédentes vécu pareillement, ont environ la même quantité de ferment, c'est-à-dire peuvent uniformément digérer 35 à 50 grammes d'albumine, si les animaux pèsent, par exemple, 12 à 16 kilogrammes.

A l'aide de ce procédé nous avons pu déterminer les faits suivants :

A toute autre heure que la cinquième, sixième et septième, le ferment, dans le pancréas, est moins abondant, moins actif.

A la neuvième heure du repas, la glande est au moment de l'épuisement le plus absolu du ferment. A cette époque, il est rare que l'infusion d'un pancréas entier digère plus de 10 grammes d'albumine.

Résultats précieux qui nous ont montré que pour trouver le pancréas inerte, c'est-à-dire pour partir, dans les expériences, d'un point fixe de la fonction pancréatique, l'inertie, c'est vers la neuvième heure d'un repas médiocre (100 grammes de viande bouillie) qu'il faut venir.

Plus tard, et à mesure que le jeûne se prolonge, il se reforme, même sans repas, un peu de ferment, de telle sorte qu'à la *dernière heure d'un jeûne prolongé* il y a dans le pancréas une certaine quantité de ferment qui s'écoule (comme une réserve) dans la première heure du repas suivant.

Entre la deuxième et la septième heure du repas, la quantité et la puissance du ferment pancréatique augmentent dans la glande.

Aussi, après des expériences bien nombreuses, je puis dire que, grâce au procédé de l'infusion, pourvu 1° que l'on prenne la même espèce animale, le chien; 2° que l'âge des chiens soit choisi entre deux à quatre ou cinq ans; 3° que le poids des animaux ne varie guère entre 12 à 16 kilogrammes; 4° que chaque animal reçoive la même quantité d'aliments; 5° que la nature des aliments soit pour tous les animaux la même, c'est-à-dire composée d'un mélange de viande cuite, de pain et de bouillon (humectant, mais non baignant les aliments); que ce repas ne varie guère de liquidité; que les animaux ne boivent ni pendant, ni après, ni même dans les cinq heures qui précèdent; 6° que ce repas ait été précédé quinze ou vingt heures auparavant d'un léger repas, composé seulement d'un peu de pain et de bouillon; — tout observateur trouvera précisément les mêmes résultats que moi quant à la somme d'aliments azotés digérés par l'infusion d'un pancréas entier (30 à 40 grammes d'albumine par exemple), quoique, au début, M. Huppert ait trouvé une telle prétention de ma part suspecte. J'ai tort de dire : *trouvera*, — car M. Schiff, dans de longues recherches, a constamment *trouvé* précisément les mêmes chiffres.

Il va sans dire que, dans toutes les expériences, on devra

prendre le pancréas à l'instant même de la mort (la section du bulbe est le mode de sacrifice que je préfère), le découper également et finement avec les ciseaux, et qu'on devra, dans les expériences *comparatives* qu'on aurait à faire, mettre les pancréas, quel que soit leur poids, dans une égale quantité d'eau, à la même température, pendant le même temps, afin que toutes les circonstances soient semblables ; et qu'on devra faire le mélange digestif et la digestion artificielle également, dans le même temps.

Je puis assurer que ces conditions similaires étant observées, les *légères* variations de santé, d'âge, de poids du corps ou du pancréas ne produisent qu'une très-faible variation dans les résultats obtenus.

J'ai pu constater que pour un pancréas de chien il est à peu près indifférent que l'infusion soit faite avec 100, 200 ou 250 grammes d'eau ; 200 me semblent une bonne moyenne.

Ce qui influe le plus sur la variation des résultats, c'est la variation de la digestion gastrique.

C'est ainsi que l'abondance, la solidité, l'état de liquide des aliments, la nature de ceux-ci, la prolongation forcée du séjour des aliments ingérés dans l'estomac, faisaient varier la richesse et l'énergie du ferment pancréatique dans les différentes heures de la digestion.

On voit donc combien le procédé de l'infusion, pratiqué suivant les conditions similaires que j'ai indiquées, s'il est employé en faisant varier un seulement des termes des expériences, peut ouvrir un vaste champ à l'exploration physiologique. Il conduit en effet à déterminer scientifiquement les diverses influences, quelles qu'elles soient, qui sont capables d'exercer une action, soit favorable, soit fâcheuse, sur la fonction du suc pancréatique et la fonction digestive du pancréas.

Ces courtes réflexions expliquent au lecteur comment l'existence de la fistule pancréatique chez l'homme a pu facilement laisser méconnaître la fonction que nous avons établie, et pourquoi nous sommes arrivé avec tant de certitude à démontrer la réalité, la puissance considérable, même les points secondaires de cette fonction, dès que le hasard a mis entre nos mains le pancréas d'un homme arrivé à la troisième heure d'un repas de lait, et saisi par la mort au milieu d'une pleine santé. Le lecteur ne sera point étonné non plus si le chiffre même exprimant la puissance digestive de ce pancréas, s'est trouvé si concordant avec celui que nous avions déterminé chez les animaux qui suivent une alimentation voisine de celle de l'homme.

FIN.

## ERRATA.

Pages 7, 14, 15, 37, 42 et 45, *au lieu de* pancréas de mouton, *lisez* pancréas de veau.

| | | | |
|---|---|---|---|
| P. 6, l. 29, | *au lieu de* | eneore | *lisez* encore |
| P. 29, l. 32, | — | il ne forma de | — il ne se forma pas de |
| P. 35, l. 2, | — | de fibrine sèche | — de fibrine |
| P. 39, l. 44, | — | en fait | — est fait |
| P. 48, l. 19, | — | que le chien | — que si un chien |
| P. 72, l. 14, | — | ramenait | — maintenait |
| P. 93, l. 2, | — | viande sèche | — viande naturelle |
| P. 93, l. 9, note, | — | 2 à 3 grammes | — 6 à 8 grammes |
| P. 98, l. 3, | — | alcalins | — alcalis |
| P. 107, l. 14, note, | — | subirai | — subirait |
| P. 110, l. 17, | — | ferment pancréatique : 1°, | — ferment pancréatique, et la lenteur locale de la circulation sur laquelle a insisté M. Béclard : 1°. |

# TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

DE LA

## COLLECTION DE MÉMOIRES


AVANT-PROPOS .......................................... A

*Lettre de M. Longet*.......................... .... H

PREMIER MÉMOIRE. « Sur une fonction peu connue du Pancréas. »

**Résumé du premier mémoire.** — PROPOSITIONS PHYSIOLOGIQUES; INDUCTIONS PATHOLOGIQUES....... ........... 1

*Mémoire :* ........................................ 1

Digestion de l'albumine de l'œuf sous l'influence de l'estomac, du pancréas................................ 5

Action de la bile sur les substances que l'estomac, après la digestion gastrique, verse dans l'intestin........... 22

Digestion de l'albumine du sang .......... .......... 31

Digestion de la fibrine. ........................... 34

Le suc pancréatique digère les aliments azotés, indépendamment de sa réaction acide, neutre, alcaline......... 41

Action importante et réciproque du suc gastrique sur le suc pancréatique, la succession des deux digestions est nécessaire................................. ...... 45

Difficulté dans l'emploi du suc pancréatique pour la thérapeutique .......................................... 51

Tissu cellulaire et gélatine... .... . ............... 54

Digestion du tissu cellulaire......................... 54

Digestion de la gélatine ............................ 69

Digestion de la musculine............................ 85

Digestibilité des aliments.......... ............... 94

Digestion de la caséine ............................ 96

Le but de la digestion gastro-intestinale n'est pas de faire de l'albumine ................... ................. 101

Digestion prolongée intra-veineuse................... 106

Explication par cette digestion prolongée intra-veineuse de la richesse des vaisseaux porto-hépatiques, c'est-à-dire du foie, en albuminose et en glycose.............. ...... 109

**Résumé des mémoires 2e, 3e, 4e, 5e, 6e, 7e, 8e, 9e et 10e.** 114

*Mémoires :*

SECOND MÉMOIRE. « Un mot sur les connaissances antérieures aux présentes recherches. »

La Fonction est entrevue par Purkinje et Pappenheim ... 117
Elle est condamnée par l'universalité des physiologistes pendant vingt ans. — Pourquoi ? — Double méprise expérimentale : exploration d'effets infiniment petits, insuffisance d'exploration qualitative pour la digestion.................... 117
Restrictions inexactes apportées à l'opinion de Purkinje et Pappenheim : — Bernard pense que le suc pancréatique seul a une action putréfiante et non digestive ; — il faut que la bile dirige les opérations ; — seul le suc pancréatique n'a pas d'action propre. Erreur absolue de ces opinions.. 119
Double méprise expérimentale, cause de l'erreur.......... 120

TROISIÈME MÉMOIRE. « Contribution nouvelle à l'étude de la fonction. »

Dénégation de M. Keferstein et Halwachs, relativement à la digestion de l'albumine par le Pancréas ; — réponse expérimentale ; — puissance digestive considérable du Pancréas sur l'albumine.................................. 127
Cause de la précédente erreur. — C'est de la cinquième à la septième heure de la digestion gastrique qu'il faut saisir le Pancréas quand on veut l'explorer par l'infusion ; — c'est à la cinquième heure de la digestion gastrique qu'il faut faire l'opération de la fistule quand on veut explorer le suc naturel issu d'un conduit extérieur, et il faut surtout recueillir celui-ci dans les deux ou trois heures qui suivent ; alors l'organe est en pleine action, le pancréas riche en ferment, le suc naturel puissamment actif sur les aliments azotés................................ 130
Confirmation de Meissner sur la dissolution de l'albumine par le Pancréas en dehors de toute trace de putréfaction ; sur la digestion de ce corps, sur sa transformation en Peptone. 130
Nécessité de l'acidité suivant Meissner. Mais nos expériences sont formelles : le suc pancréatique agit aussi bien sur les aliments azotés, qu'il soit alcalin, neutre ou acide....... 133

QUATRIÈME MÉMOIRE. « Réponse à des critiques et à des expériences faites par M. Brinton. »
M. Brinton partant de mauvaises bases d'expérimentation, fait naître la putréfaction, comme Bernard, au lieu de la digestion physiologique.......................... 139

CINQUIÈME MÉMOIRE. « Démonstration par la Fistule. »
La digestion pancréatique prouvée par :
La digestion interne : c'est-à-dire la dissolution, la trans-

formation, l'absorption des aliments azotés dans le duodénum privé de suc gastrique, de bile, chez les animaux vivants . . 147
Par la digestion externe, c'est-à-dire : 1° même démonstration péremptoire avec le pancréas pris à la cinquième heure du repas et infusé . . . . . . . . . . 147
2° Même démonstration par le suc naturel recueilli des animaux vivants par le procédé de la fistule . . . . . . . . . . 148
Indications très-utiles pour l'emploi de ce procédé . . . . . . . . 149
Dernier refuge des contradicteurs ; — pernicieuse influence de l'*opération* de la fistule pancréatique sur la sécrétion du suc pancréatique, sur sa quantité, sur sa qualité ; moyen d'éviter cette influence pernicieuse . . . . . . . . . . 151
Personnalité et réalité de la digestion exercée par le Suc pancréatique . . . . . . . . . . 152
Puissance de son action . . . . . . . . . . 155

SIXIÈME MÉMOIRE. « Aperçu sur les sécrétions en général. »
Deux espèces de sécrétions : Sécrétions dynamiques. — Sécrétions émunctoires. — Trois actes de la sécrétion : 1° ÉVECTION ou transport du liquide sécrété dans les canalicules glandulaires, un réservoir, ou dans le lieu convenable ; *purement sous la dépendance de nerfs musculo-moteurs.* — 2° FILTRATION de l'eau et des matériaux communs du sang, hors des canaux vasculaires et dans les acini glandulaires ; — en grande partie sous la *dépendance des nerfs vasculo-moteurs.* — 3° FORMATION SÉCRÉTOIRE, acte nutritif par lequel des matériaux tout nouveaux et caractéristiques de la glande se forment en elle (animalcules spermatiques, pepsine? pancréatine) ; sous la dépendance directe non des nerfs musculo, ou vaso-moteurs, non du système nerveux, *mais sous la dépendance directe de la* QUALITÉ DU SANG . . . . . . . . . . 159
Nécessité pour prononcer sur l'intensité sécrétoire des liquides digestifs d'explorer plus encore la force totale de la sécrétion, par *ses effets digestifs*, que ses qualités *seulement chimiques*, ou que son abondance volumétrique ; celle-ci peut ne provenir que de l'aquosité ; conséquences thérapeutiques. 164
La précédente démonstration donnée surtout par l'exploration de la richesse et de la puissance du Ferment pancréatique suivant diverses circonstances rapportées dans le mémoire suivant.

SEPTIÈME MÉMOIRE. « De l'influence de la digestion gastrique sur l'activité fonctionnelle du Pancréas. *Théorie de la formation du ferment.* »
I. Production du ferment pancréatique . . . . . . . . . . 177
II. Époque du maximum de formation . . . . . . . . . . 178
III. Heure du minimum . . . . . . . . . . 180

IV. Variation de l'heure du maximum de formation du ferment pancréatique ; coïncidence de cette variation........... 183

V. Les actions nerveuses sympathiques, parties de l'estomac ou du duodénum et provoquées par la seule présence des aliments, ne sont pas la cause de cette formation de ferment.. 185

VI. Ce n'est pas dans le passage de l'état solide à un simple état liquide des aliments que réside la cause productrice du ferment.................................... 187

VII. Ce n'est point la simple sécrétion ou présence des Sucs dans l'estomac ou l'intestin qui amène cet effet......... 188

VIII. C'EST LA TRANSFORMATION DIGESTIVE ELLE-MÊME DES ALIMENTS INGÉRÉS QUI EST LA CAUSE DE LA FORMATION DU FERMENT PANCRÉATIQUE.................................... 189

IX, X. Toutefois, en premier lieu : ce n'est pas la transformation digestive intestinale qui provoque la formation du ferment pancréatique. C'est la TRANSFORMATION DIGESTIVE GASTRIQUE qui est la cause : La formation, l'élaboration maxima du ferment pancréatique sont sous la dépendance directe de la formation des peptones gastriques.................. 191

XI, XII. « En second lieu : L'absorption — intestinale — » des peptones gastriques n'est pas non plus ce qui provoque l'élaboration sécrétoire abondante du ferment pancréatique. C'est L'ABSORPTION PAR L'ESTOMAC, des *peptones gastriques fournies par l'action speciale de l'estomac* qui provoque cette formation abondante du ferment pancréatique ; — les peptones gastriques paraissent les matières premières, ou les matières au moins les plus efficaces, dont se forme le ferment pancréatique.................................... 195

XIII. Lien étroit qui fait varier l'activité du Pancréas avec la digestion gastrique ; — clef des erreurs et des mécomptes. 196

Les précédentes expériences, dans leurs conclusions, ont été publiées au milieu de l'année 1859 ; elles sont confirmées par un travail expérimental que nous avons fait en commun avec le professeur Schiff à la fin de la même année et qui n'est point encore publié en français............ 197

XIV. Théorie. Étude commencée des NUTRITIONS LOCALES, sous le rapport des matières premières qui sont appropriées à chacune.................................... 198

HUITIÈME MÉMOIRE. « Sur une fonction puissante et méconnue du pancréas de l'Homme. »

Confirmation complète et étendue pour l'homme, des décou-

vertes fournies par la physiologie expérimentale. — Nécessité pour la clinique de compter désormais avec cette fonction, avec ses lois. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 199

NEUVIÈME et DIXIÈME MÉMOIRES. APPENDICE.

IX. Conditions de bonne et de mauvaise expérimentation.

X. Parallèle entre le procédé expérimental de la fistule et celui de l'infusion.

---




---

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.